This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

600035973X

G.54. D. 16.

E. BIBL. RADCL

C

18723 c 16

GÉOLOGIE GÉNÉRALE.

RÉACTIONS

DE

LA HAUTE TEMPÉRATURE

ET DES

MOUVEMENTS DE LA MER IGNÉE INTERNE

SUR LA CROUTE EXTÉRIEURE DU GLOBE.

PAR

J. BOURLOT

Professeur de mathématiques pures et appliquées au Lycée impérial de Colmar.
Membre de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce de la Haute-Saône.
Membre du Comice agricole de Lille (Nord), de l'Académie nationale et de l'Association scientifique de Paris.
Membre de la Société d'émulation des Vosges et de la Société d'histoire naturelle de Colmar.

Étude sur les mouvements diurnes ou les marées du sol.

PARIS
LEIBER, LIBRAIRE-ÉDITEUR, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 13
COLMAR
CHEZ M. BARTH, LIBRAIRE, GRAND'RUE, 22
STRASBOURG
CHEZ DERIVAUX, LIBRAIRE, RUE DES HALLEBARDES, 23
1865

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

SÉRIE D'ÉTUDES

AYANT POUR OBJET

LES RÉACTIONS DE LA HAUTE TEMPÉRATURE

ET

DES MOUVEMENTS DE LA MER IGNÉE INTERNE

sur la croûte extérieure du globe.

DIVISION DU TRAVAIL.

Les premières questions que nous ayons à nous poser en commençant ces études, sont sans doute celles-ci : Est-il bien certain que la partie centrale de notre globe soit à une température très-élevée ? Est-il bien certain que le sol qui porte et nourrit les plantes et les animaux ne soit qu'une écorce solidifiée par refroidissement, emprisonnant une mer ignée intérieure? Nous aurons donc à exposer la série des faits observés, dont les conséquences ont amené la presque totalité des géologues à mettre la réponse affirmative au rang des vérités bien établies. Après avoir toutefois dit préalablement quelles sont les principales causes qui régissent le monde matériel en général et agissent sur la terre en particulier, nous examinerons quels effets ont pu et peuvent produire ces causes sur un système comme notre terre.

Parmi ces effets, les uns sont constants et périodiques comme les marées des Océans, et se traduisent par des mouvements semblables du sol. Dans une première étude, nous établirons que la croûte terrestre est en réalité soumise à un mouvement oscillatoire vertical, comme la surface des mers, c'est-à-dire, que deux fois dans une certaine période le sol d'un lieu monte et s'abaisse. Mais nous aurons dû exposer d'abord sommairement les lois du monde matériel dont ces mouvements sont la conséquence, et encore les notions sur la constitution physique de notre globe qui font concevoir la possibilité de l'oscillation. Ceci nous imposera l'obligation d'entrer dans quelques détails théoriques sur la géogénie, dont nous dirons les principes les plus généralement admis.

Une deuxième étude sera consacrée à l'examen des mouvements verticaux non périodiques ou à grandes périodes de certaines régions géographiques. Nous dirons les observations qui ont constaté que des changements de niveau remarquables ont affecté certaines régions, sans que l'histoire rattache ces mouvements à des secousses violentes *datées*.

Dans une troisième étude, nous essaierons de définir complétement *par les faits* ces mouvements assurément non périodiques et d'un caractère généralement violent, qu'on appelle *tremblements de terre*.

Une quatrième étude aura pour objet cet ordre de phénomènes qu'on appelle *éruptions volcaniques*, où les causes générales déterminent l'arrivée au jour de l'atmosphère de matériaux de diverses natures.

Dans une cinquième étude, qui ne sera qu'un complément de la précédente, nous dirons l'histoire complète des éruptions du Vésuve, qui, pour beaucoup de raisons, est celui des volcans, qui nous intéresse le plus, et parce que d'ailleurs c'est celui qu'on a le mieux observé.

Enfin, une sixième étude renfermera les théories avancées pour expliquer tous les faits dits *plutoniens*, et nous y risquerons les formules de nos explications *personnelles*.

Nous n'avons certes pas la prétention de donner nos théories comme des explications certaines : ce ne sont que des hypothèses, de même que ce que dans les sciences physiques on décore du nom de *lois*. Nous hasarderons nos hypothèses, parce qu'elles nous semblent rendre compte des faits du genre correspondant et les expliquer d'une manière satisfaisante. D'ailleurs on jugera.

Colmar, le 25 octobre 1865.

ÉTUDE

SUR

LES MOUVEMENTS DIURNES

OU

LES MARÉES DU SOL.

Sommaire et division.

CHAP. I. — Principes généraux et applications théoriques de ces principes.

§ 1. — Principes généraux. — Lois de l'attractivité. — Inertie et ses conséquences. — Nomenclature des autres causes qui régissent les faits du monde matériel.

§ 2. — Applications théoriques. — Figure que prendrait un corps fluide, seul dans l'espace et au repos. — Modifications de forme qui résulteraient de mouvements rotatoires ou circulatoires de ce corps. — Influences d'attractions extérieures. — Cas où le corps serait limité par une enveloppe solide emprisonnant un intérieur liquide.

CHAP. II. — Constitution physique du globe terrestre.

§ 1. — Figure et densité moyenne de la terre, d'où l'on peut conclure la fluidité primitive de notre globe.

§ 2. — Le sphéroïde terrestre est composé d'une masse centrale à l'état de fusion ignée, qu'enveloppe de toutes parts une croûte solide, dont l'épaisseur et la densité sont des fractions peu considérables du rayon moyen et de la densité moyenne. — Cette proposition importante est la conséquence de la loi établie de l'accroissement en température avec l'accroissement en profondeur, à partir de la surface de la terre. — D'autres considérations viennent à l'appui et en confirment l'exactitnde.

CHAP. III. — La composition minéralogique des sous-sols et l'ordre d'apparition des êtres vivants conduisent aussi aux conclusions du chapitre précédent.

§ 1. — Notions sommaires de géogénie ou exposé théorique des phases par lesquelles a pu passer notre terre pour arriver à son état actuel. — La géognosie ou la science de ce qui est se montre d'accord avec la théorie.

§ 2. — Généralités sur les flores et les faunes antédiluviennes. — L'ordre d'apparition des végétaux et des animaux s'accorde à rendre probable la même théorie géogénique. Même conséquence que celle qui a été formulée à la fin du chap. II, sur l'état physique actuel de la terre.

CHAP. IV. Oscillations diurnes ou marées du sol. — De la constitution physique de notre globe, de sa rotation diurne et des attractions qui agissent sur lui, il suit *théoriquement* que deux fois par chaque *jour lunaire*, le sol d'une contrée s'élève et s'abaisse par rapport à un niveau moyen. — Observations propres à constater ce double mouvement. — Les indications du baromètre ne peuvent donner lieu à aucune conclusion à cet égard. — Rapprochement singulier des faits de la déclinaison magnétique et de la direction hypothétique de courants mécaniques dans un océan plutonien. — Résumé relatif aux causes qui ont agi, agissent et continueront d'agir sur notre planète. — Conclusions diverses.

MOUVEMENTS PÉRIODIQUES

OU

MARÉES DU SOL.

CHAPITRE I.

Principes généraux et applications théoriques.

§ 1er. Principes généraux.

L'attractivité est une propriété ou une loi générale et même universelle de la matière : il n'est pas un atome dans le monde qui échappe à l'action des forces par lesquelles l'existence de l'attraction ne cesse de se manifester. Aussi ces forces entrent-elles pour une très-grande part dans les causes des phénomènes du monde physique. Et, en effet, sous le nom de *gravitation*, l'attraction se combine avec d'autres causes pour faire les lois des positions relatives des mondes qui peuplent l'espace ; quand on l'appelle *pesanteur*, elle indique cet effort par lequel les corps soumis à l'influence de la terre sont sollicités vers le centre de notre globe ; enfin, dans chaque corps, sous la dénomination d'*attraction moléculaire*, la même cause, se composant avec certaines forces répulsives, concourt à régir les distances mutuelles des molécules de la masse et à constituer l'état physique sous lequel cette masse se présente.

Les lois des attractions matérielles, — gravitation, pesanteur ou attraction moléculaire, — se traduisent par des formules identiques, dont l'exactitude s'est vérifiée dans tous les cas où la vérification est possible : toujours l'intensité de la force est proportionnelle directement aux masses qui s'attirent, et inversement proportionnelle aux carrés de leurs distances ; partout, pour chaque corps ou pour chaque fraction de corps, elle agit comme si les éléments du corps ou de la fraction étaient concentrés en son centre de gravité.

Ainsi, prenons pour exemple deux masses sphériques de plomb ayant respectivement des poids de 100 et de 50 kilogrammes, les centres de gravité qui coïncident ici avec les centres des figures étant distants de 1 mètre. Ces corps agiront l'un sur l'autre par des attractions mutuelles, absolument comme si chacun était réduit à ce point géométrique qu'on appelle son *centre*, et que ces points sans étendue eussent les poids respectifs de 100 et de 50 kilogrammes ; puis l'énergie attractive de la première sphère sur la seconde sera deux fois plus considérable que celle de la seconde sur la première. D'un autre côté, si l'on éloignait les masses de façon que la distance de leurs centres devînt 2 mètres, 3 mètres etc., c'est-à-dire double ou triple etc., la tendance de chaque corps à se rapprocher de l'autre se traduirait par un effort quatre fois, neuf fois etc. moindre que dans le cas de la distance de 1 mètre.

Une autre propriété non moins universellement inhérente à l'existence de la matière, c'est l'indifférence des corps à modifier spontanément leur état de repos ou les circonstances d'un mouvement qu'ils doivent à un ensemble quelconque de causes extérieures. Cette indiffé-

rence, à laquelle on donne le nom de *loi d'inertie*, veut que, si un corps est en repos, il persiste à rester immobile tant qu'une cause extérieure n'agit pas sur lui, et que, si ce corps doit un mouvement à une action ou à un certain nombre d'actions, il persévère à se mouvoir du mouvement qu'il avait après la dernière action, tant qu'une nouvelle cause modificatrice ne viendra pas déterminer un changement.

Qu'un corps ne passe pas spontanément de l'état de repos à l'état de mouvement, tout le monde l'admet : il n'est personne qui conteste cette première conséquence de la loi d'inertie ; mais on n'est pas toujours aussi bien édifié relativement à la deuxième conséquence, la persistance dans un mouvement, sans modification de ce mouvement. La deuxième conséquence veut dire, en effet, que, si un corps est lancé dans une direction quelconque, il devra se mouvoir indéfiniment en ligne droite, et conserver, aussi indéfiniment, la vitesse du déplacement initial. Or, si la réflexion ne vient pas en aide à l'observation des faits, on pourra croire qu'il n'en est jamais ainsi, parce qu'on voit des mobiles qu'aucun lien apparent ne semble entraver, par exemple les projectiles de l'artillerie, décrire dans l'air des courbes appelées *trajectoires*, avec des vitesses variables ; parce qu'on voit des corps qui roulent sur des surfaces planes et unies, y user leur mouvement et finir par s'y arrêter au repos etc. Mais un corps, par exemple une bombe, lancé obliquement à l'horizon, n'est pas soumis à la seule impulsion initiale ; la résistance de l'air, l'attraction terrestre ou la pesanteur ne cessent pas d'agir sur le projectile comme forces modificatrices de l'effet produit par l'impulsion, et c'est à ces causes extérieures que doivent être attribuées les

modifications qui surviennent au premier mouvement. De même, si un corps qui roule finit par s'arrêter, c'est que, quelque unie que soit une surface, elle présente toujours des aspérités, des inégalités que l'œil nu ne distingue pas, mais qui n'en existent pas moins : ce sont ces aspérités qui usent peu à peu le mouvement et finissent par l'éteindre. Dans tous les cas, en y réfléchissant, on reconnaîtra que les modifications que subit le mouvement d'un corps, ne doivent être attribuées qu'à des causes extérieures à ce corps.

C'est la loi d'inertie qui engendre dans chaque masse, dans chaque molécule qui se meut suivant une trajectoire non rectiligne, la répulsion qu'on nomme *force centrifuge*. En effet, la tendance de chaque atome d'un mobile à persister dans son mouvement actuel, c'est-à-dire à continuer de se mouvoir avec la vitesse qu'il a et suivant l'élément de trajectoire qu'il parcourt actuellement, cette tendance veut que chaque atome fasse effort pour s'échapper par la tangente de la courbe au point occupé par le mobile, et agisse contre la force ou l'obstacle qui le maintient sur cette courbe avec une énergie qui varie suivant diverses circonstances. Dans le mouvement circulaire, en particulier, les énergies centrifuges ou les efforts des tendances à s'éloigner de l'axe du mouvement sont directement proportionnels aux masses et aux carrés des vitesses des molécules considérées, et en même temps inversement proportionnels aux distances de ces mêmes molécules à l'axe de la rotation. Cette loi est d'ailleurs applicable, lorsque, au lieu de molécules, ce sont des corps à dimensions plus ou moins considérables que l'on envisage ; car alors la force centrifuge agit sur le centre de gravité, comme si toute la

masse était concentrée en ce point. Elle est applicable encore, quelle que soit la trajectoire décrite par le mobile, puisque celui-ci, ou plutôt son centre de gravité, peut être à chaque instant considéré comme parcourant un élément d'un *cercle osculateur*, dont le rayon mesure la distance à l'axe de rotation. — Rappelons qu'on appelle cercle osculateur d'une courbe en un point le cercle dont l'arc approche le plus de se confondre avec celui de la courbe au point considéré.

Quelle que soit l'action développée par l'énergie centrifuge sur une molécule animée d'un mouvement circulatoire, l'effet deviendra double, triple, quadruple etc., si l'on conçoit que deux, trois, quatre molécules de même nature ou seulement de même masse, soient groupées de manière à avoir le même mouvement que la molécule unique. Par exemple, des balles de plomb de 100, de 200, de 300 grammes étant suspendues aux extrémités libres de fils de même longueur, si on fait tourner ces balles autour des autres extrémités des fils, de façon à leur faire décrire à toutes le même nombre de circonférences dans un temps déterminé, la deuxième balle déterminera dans le fil une tension double, et la troisième une tension triple de celle que produira la première. Si l'on conçoit maintenant que des balles de même poids soient mises en mouvement circulatoire à l'aide de fils de même longueur, et que dans un temps donné la deuxième fasse deux fois, la troisième trois fois plus de tours que la première, les vitesses seront respectivement deux fois, trois fois plus grandes pour celles-ci que pour la première, et les énergies centrifuges quatre fois, neuf fois plus considérables. Enfin concevons que les balles de même poids, suspendues aux extrémités de fils de lon-

gueurs proportionnelles aux nombres 1, 2, 3, fassent dans un temps donné des nombres de tours proportionnels aussi à 1, 2, 3, les vitesses et les masses seront les mêmes ; mais les distances au point central, différentes selon les actions centrifuges, seront entre elles comme les nombres 3, 2, 1, c'est-à-dire que l'énergie centrifuge sera pour la première trois fois et pour la seconde deux fois plus grande que pour la troisième.

Des propriétés de l'attraction et du principe d'inertie découlent la presque-totalité des lois qui régissent le monde matériel. La cosmogénie en général et la géogénie en particulier ne sont guère que des corollaires de la définition rigoureuse et complète des effets que produisent et la gravitation universelle et la force centrifuge due à l'inertie. Nous aurons à examiner des résultats de cette double nature de causes, en les étudiant d'abord dans des cas purement hypothétiques; puis nous passerons des hypothèses aux réalités que présente l'application au globe terrestre.

Observation. Nous verrons, en étudiant les effets propres à la terre, qu'il est un autre agent sans lequel certaines manifestations des autres actions ne pourraient se faire bien sensiblement : cet autre agent, c'est le calorique. Lorsque la chaleur accumulée dans un corps le maintient liquide ou gazeux, elle le rend propre à subir facilement des changements de figure, tandis que, dans le même corps refroidi et solidifié, les modifications dans la forme ne peuvent se faire que sous des actions beaucoup plus énergiques. Puis encore, quand une substance liquide ou même solide passe à l'état de vapeur sous une forte accumulation de chaleur, il se développe, comme chacun sait, une force expansive, dite *force élas-*

tique, dont les effets de pression sur les parois de la capacité qui contient la vapeur, peuvent prendre une énergie excessivement considérable et déterminer des modifications importantes dans ces parois. Aussi devons-nous compter la chaleur parmi les causes cosmogoniques et géogéniques. Puis nous pouvons joindre à cette nomenclature l'électricité et le magnétisme, dont les actions se manifestent par des attractions ou des répulsions et par des effets lumineux et calorifiques. Nous avons nommé maintenant à peu près tous les agents connus qui régissent les faits du monde matériel. Entrons dans les applications.

§ 2. Applications théoriques des principes généraux.

Si l'espace, au lieu de cette multitude innombrable de mondes qui le peuplent, n'en contenait qu'un seul, composé d'éléments exclusivement fluides, homogènes ou hétérogènes, chaque point matériel de ce corps ne serait évidemment sollicité que par une seule force, la résultante des attractions de tous les points matériels de l'ensemble, et cette résultante émanerait nécessairement d'un point intérieur au corps. Il est clair qu'il n'y aurait alors d'équilibre stable que lorsque les éléments mobiles de l'ensemble, après un nombre plus ou moins grand de déplacements et d'oscillations, auraient pris autour du centre d'attraction des positions symétriques. Or la symétrie de forme, seule compatible avec les lois de l'attraction, — cette force agissant seule et émanant d'un point intérieur au corps, — ne peut se rencontrer que dans la sphère. De plus, si les matériaux mobiles dont le corps se compose sont hétérogènes, il fau-

dra évidemment que les substances de chaque nature, ou mieux de chaque densité, se disposent en enveloppes concentriques, de densités décroissantes à partir du centre d'attraction. La figure sphérique est donc celle que prendrait le corps ou le monde fluide qui existerait seul dans l'espace, et la densité irait décroissant du centre à la surface.

Admettons maintenant que le corps toujours unique dans l'immensité n'y soit pas en repos, comme nous l'avons implicitement supposé, mais qu'il ait d'abord seulement un mouvement de rotation autour d'un axe passant par son centre : alors interviendra la force centrifuge. Sous l'influence de cette nouvelle action, il se produira une modification dans la forme, qui ne pourra plus être celle qu'avait le corps soumis à l'attraction centrale seule. Que l'on considère, en effet, une des couches sphériques très-minces dans lesquelles est décomposable la masse sphérique au repos, on comprendra que la force centrifuge, opposée de sens à l'attraction centrale, y doit retrancher d'autant plus à cette dernière action sur chaque élément de la couche, que celui-ci est plus rapproché de l'équateur du mouvement. La durée de la rotation étant en effet la même pour tous, les points décriront, dans un même intervalle de temps, des circonférences d'autant plus grandes qu'ils seront moins distants de l'équateur, et leur vitesse sera par suite d'autant plus grande. Les molécules de chaque méridien de la couche sphérique devront ainsi, pour arriver à l'équilibre, prendre des distances différentes à l'axe de rotation ; celles qui étaient sur l'axe, *seules*, ne le quitteront pas, mais les autres s'en éloigneront d'autant plus qu'elles en étaient déjà plus distantes avant

la rotation. La circonférence méridienne devant, d'un autre côté, conserver sensiblement sa longueur linéaire, on voit que les molécules matérielles, tout en s'éloignant de l'axe, se rapprocheront d'un diamètre perpendiculaire à cet axe et s'en rapprocheront d'autant plus qu'elles étaient d'abord plus éloignées de ce diamètre ou plus voisines de l'axe de la rotation.

De là on peut conclure que chaque méridien prendra une figure ovaloïde appelée *ellipse*, dont le petit axe coïncidera avec celui de la rotation, et la couche tout entière, de sphérique qu'elle était, deviendra ellipsoïdale, en prenant la forme engendrée par la rotation d'une demi-circonférence d'ellipse méridienne autour de l'axe du mouvement. Puis, comme toutes les couches concentriques éprouveront des modifications semblables, le corps tout entier prendra la figure de l'ellipsoïde engendré par la révolution autour de son petit axe d'une demi-ellipse méridienne. — Le mot *méridien*, que nous venons d'employer plusieurs fois, s'applique à toute courbe qui entoure la sphère ou le sphéroïde en passant par les extrémités de l'axe, et *équateur* se dit du grand cercle perpendiculaire à l'axe.

En résumé, un monde unique dans l'espace, composé d'éléments fluides et animé seulement d'un mouvement de rotation autour de son centre de gravité, aurait la figure d'un ellipsoïde de révolution dont le petit axe coïnciderait avec celui de la rotation; ce serait, comme on dit, un sphéroïde aplati suivant l'axe de son mouvement et renflé à l'équateur. On conçoit clairement d'ailleurs que le corps passant du repos au mouvement, la modification dans la forme, le passage de la figure sphérique à celle d'ellipsoïde de révolution, se ferait par un

afflux de matières qui se dirigeraient de chaque hémisphère vers les régions équatoriales.

Supposons que notre corps, d'abord sphérique et devenu ensuite ellipsoïdal, tout en conservant son mouvement de rotation, vienne à prendre en outre un mouvement circulatoire autour d'un centre extérieur à sa surface et situé ou non situé dans le plan de l'équateur de la rotation. Avec ce nouveau mouvement se développeront de nouvelles actions centrifuges, et de là aussi se manifesteront de nouvelles modifications dans la forme. Le sens de ces dernières forces centrifuges pour chaque partie du corps différera en effet plus ou moins de celui de la résultante des actions que nous avons jusqu'à présent supposées en jeu, et ainsi cette dernière se trouvera plus ou moins augmentée ou diminuée, suivant la position de chaque molécule considérée. Des deux régions déterminées dans le corps par un plan mené en son centre de gravité, perpendiculairement au rayon vecteur qui joindrait ce centre de gravité au centre du mouvement, la région la plus voisine du centre de la translation s'aplatirait, et l'autre s'allongerait l'une et l'autre dans la direction du rayon vecteur, tandis que le grand cercle perpendiculaire prendrait des dimensions plus petites. Or si notre monde n'avait pas une rotation autour d'un axe, le renflement, l'aplatissement et la réduction de circonférence que nous venons de signaler, affecteraient constamment les mêmes parties de la surface; mais avec la rotation, en nous bornant à la considération du point où le renflement sera maximum, il est clair que ce point se déplacera, parcourant sur la surface du corps une courbe située dans le plan de la translation. Il en sera de même d'ailleurs des autres

points superficiels où le renflement sera moindre; ceux-ci aussi décriront des courbes parallèles au plan de la translation.

On voit que cette dernière cause de déformation agira de manière à faire varier perpétuellement la distance de chaque point de la surface ou de l'intérieur au centre de gravité de la masse. Faisons observer toutefois que si la vitesse angulaire du mouvement de circulation est peu considérable, l'effet dû à la cause dont nous venons de parler sera très-faible, et par suite pourrait être masqué par d'autres causes beaucoup plus puissantes, qui contribueraient avec la première à déterminer la forme pour chaque instant du mouvement.

Concevons enfin que les divers éléments de notre monde matériel soient soumis aux actions attractives d'astres situés en divers lieux de l'espace. Ces dernières forces étant toujours composables en une seule qui émanerait d'un point aussi unique, nous pouvons, pour plus de simplicité, ne supposer qu'un seul de ces centres attractifs, et nous admettrons qu'il émane d'un point extérieur à la surface du corps sur lequel nous supposons qu'il exerce son action.

Dans cette dernière hypothèse, imaginons que l'on ait fait toutes les sections possibles du corps par des plans qui comprennent à la fois son centre de gravité et le centre d'attraction extérieur. Les principes de la mécanique veulent, et on le conçoit d'ailleurs *a priori*, que, sous l'influence de l'attraction extérieure ajoutée aux actions internes, chaque section s'allonge dans le sens de la ligne des centres d'actions et s'aplatisse dans le sens perpendiculaire. La masse tout entière subira ainsi cet allongement et cet aplatissement, chacun dans le

sens qui vient d'être indiqué. En d'autres termes dans chaque hémisphère déterminé par le grand cercle perpendiculaire à la ligne des centres, la matière fluide affluera vers le point où cette ligne des centres perce la surface de cet hémisphère. Les deux points de rencontre seront les lieux du renflement maximum du corps, renflement qui ira en décroissant à partir de ces points jusqu'à la limite commune aux deux hémisphères dont ils sont les pôles géométriques. Mais par suite de la rotation du corps autour d'une axe, la ligne des centres en perce la surface suivant des points qui appartiennent à deux circonférences parallèles à l'équateur de la rotation. Chaque renflement maximum parcourra donc pendant une rotation l'une de ces deux circonférences. Au cas particulier, où le centre d'attraction extérieur serait dans le plan de l'équateur, les deux circonférences dont nous venons de parler se confondraient ensemble avec la circonférence équatoriale. Si le centre attractif se trouvait sur la ligne des pôles ou sur son prolongement, les deux mêmes circonférences se confondraient chacune avec l'un des pôles de la rotation, et les lieux des déformations maxima seraient permanents et coïncideraient avec les pôles mêmes.

Ainsi, à part des cas très-particuliers, une attraction extérieure agissant sur notre monde sera une cause permanente de déformation; sous cette influence, les distances des divers points de la surface à l'axe de rotation varieront entre des limites d'autant plus éloignées que ces points seront plus distants des circonférences parallèles à l'équateur parcourues par les intersections de la ligne des centres avec la surface pendant la rotation du monde qui subit la déformation.

Tous les effets généraux dont il a été question jusqu'ici, seront encore réalisés, si la masse du corps que nous considérons, au lieu d'être entièrement fluide, comme nous l'avons supposé jusqu'à présent, est limitée par une enveloppe extérieure solide, pourvu toutefois que celle-ci ait relativement au rayon moyen total une petite épaisseur et ne soit pas dépourvue d'une certaine flexibilité. On conçoit en effet qu'une semblable pellicule, insuffisante à empêcher les modifications de forme de la portion centrale, devra se mouler pour ainsi dire sur celle-ci; participant des changements de figure du noyau liquide, elle en accusera d'autant mieux la forme, à chaque instant, qu'elle aura plus d'homogénéité de composition et d'épaisseur. Le corps tout entier serait donc encore sensiblement sphérique, si ses parties n'étaient sollicitées que par une attraction centrale, c'est-à-dire, qu'il fût seul dans l'espace et qu'il n'eût aucun mouvement; il aurait la figure permanente d'un ellipsoïde de révolution autour de son petit axe, s'il était animé seulement d'un mouvement de rotation autour d'une ligne qui le traversât; enfin, s'il était animé d'un mouvement de translation dans l'espace, en même temps que soumis aux actions attractives de centres extérieurs, les divers points de la croûte solide oscilleraient de part et d'autre d'une position moyenne, sous l'influence de marées internes. L'enveloppe solide ou le corps total subirait dans ce dernier cas des modifications de forme à peu près comme si l'enveloppe était fixe et qu'on fît tourner dans son intérieur, autour de son petit axe, un corps ellipsoïdal qui en remplirait exactement la capacité.

Les changements de forme de la partie fluide seraient produits, répétons-le encore, par des courants superfi-

ciels qui afflueraient de certaines régions à d'autres, convergeant vers le point d'où émanerait la résultante des actions qui les causeraient. Par suite, il se produirait des marées qui parcourraient des circonférences à peu près parallèles à l'équateur et sensiblement plus fortes dans les lieux dont la latitude aurait la moindre valeur. Dans le cas d'une enveloppe solide extérieure à la masse liquide, les courants n'existeraient pas moins; mais les frottements contre la surface intérieure même unie pourraient modifier la vitesse du parcours. A plus forte raison la vitesse du mouvement serait ralentie si la surface interne de la croûte présentait des accidentations, des rugosités volumineuses. Toutefois les déplacements du fluide ne seraient dans aucun cas empêchés d'une manière absolue, et par suite l'effet général de déformation, dont nous avons voulu donner une idée, aurait toujours lieu.

Dans chacune des hypothèses où nous nous sommes placés et avec des données numériques empruntées soit à l'observation, soit aux expériences, le calcul saurait déterminer exactement la forme que prendrait le corps, et exprimerait par des formules les lois des variations de sa figure. Il saurait aussi donner pour chaque instant l'expression de la distance d'un point quelconque au centre de gravité de la masse; mais pour l'objet que nous nous proposons ici, nous n'avons pas besoin de ces formules exactes : il nous suffit d'avoir signalé d'une manière générale la nature des changements de forme qui doivent être la conséquence des actions que nous avons supposées en jeu.

Nous allons laisser de côté les hypothèses pour nous occuper des réalités de même nature, en étudiant les

causes générales qui concourent à donner à la terre la figure qu'elle affecte, et en traitant des principaux effets de ces causes. Aussi nous devrons établir d'abord que notre globe est assimilable au corps hypothétique que nous avons jusqu'à présent considéré, et quant à la constitution et quant aux actions dont il subit l'influence. Nous établirons donc premièrement que le globe terrestre est un corps composé d'une enveloppe solide emprisonnant un noyau liquide, l'épaisseur de la croûte n'étant qu'une assez petite fraction du rayon total et sa densité beaucoup moindre que celle de la partie fluide. Nous serons conduit à examiner si l'on ne doit pas admettre que toute la masse a été d'abord composée de matériaux très-mobiles les uns par rapport aux autres.

On sait d'ailleurs que la terre est animée à la fois d'un mouvement de rotation autour d'un axe, et d'une translation suivant une ellipse dont le soleil occupe un foyer; puis on sait aussi par le principe de la gravitation universelle, que les éléments de la terre sont soumis aux attractions des autres corps célestes, parmi lesquels le soleil et surtout la lune exercent le plus d'influence.

CHAPITRE II.

Constitution physique du globe terrestre et géogénie.

§ 1er. Figure et densité moyenne de la terre, d'où l'on peut conclure la fluidité primitive du globe terrestre.

La détermination de la figure géométrique de la terre est une question qui a excité à la fois la curiosité et le plus vif intérêt des savants, à raison des conséquences

sérieuses qu'ils prévoyaient pouvoir tirer de la solution. D'abord, des observations qui ne demandent qu'une attention médiocre, ont bientôt appris que notre terre est un corps de forme arrondie, isolé de toutes parts dans l'espace. Puis on n'a pas eu beaucoup plus de peine à reconnaître que ce corps n'est pas une sphère parfaite, mais un sphéroïde renflé à l'équateur et aplati à ses pôles. Toutefois, la figure exacte n'était pas encore déterminée, mais elle devait l'être par la connaissance de deux éléments : la longueur du diamètre équatorial et la valeur de l'aplatissement. Aussi des efforts non moins persistants que louables ont-ils été dirigés vers ce double objet, et le succès a couronné les recherches.

La géodésie s'aidant des ressources de l'analyse, la physique avec l'observation du pendule, l'astronomie s'appuyant de l'action de la terre sur la lune, ont recherché chacune par la méthode qui lui est propre, à reconnaître l'aplatissement par la courbure ou la courbure par l'aplatissement. Une chose remarquable, c'est que les trois méthodes ont donné des résultats sinon identiques, du moins assez peu différents, pour que la justesse de chaque procédé s'en trouve justifiée et qu'on puisse avoir confiance dans les résultats trouvés.

Méthode géodésique. Bessel, s'aidant de dix mesures de degrés, est arrivé, à la suite d'une discussion très-savante, à des résultats qu'on admet généralement et qui sont les suivants : le demi-grand axe de l'ellipsoïde de révolution qui se rapproche le plus de la figure irrégulière de la terre, est de $a = 6{,}377{,}398^{m},1$; le demi-petit axe $b = 6{,}356{,}079^{m},9$, différence $21{,}318^{m},2$; d'où l'aplatissement $\frac{a-b}{a}$ serait de $\frac{1}{299{,}159}$. Nous citerons encore les nombres suivants : la longueur du quart

du méridien, dont on a fait 10,000,000 de mètres, aurait 10,000,857^{m},2; la longueur de 1° moyen du méridien serait de 111,120^{m},64, sauf une erreur possible de 5^{m},336; la longueur du degré équatorial aurait 111,306^{m},59; celle de 1° du parallèle de 45° de latitude 78,838^{m},18. — Nous trouvons dans ce qui précède, et pour le dire en passant, que le mille géographique, ou de 15 pour 1° équatorial, est de 7420^{m},43. Nous noterons enfin, que d'autres calculateurs, discutant les données qu'a prises Bessel, avaient trouvé pour l'aplatissement des résultats qui oscillaient entre $\frac{1}{302}$ et $\frac{1}{297}$.

Méthode astronomique. Newton, partant de considérations théoriques autant que astronomiques, et supposant d'ailleurs homogène toute la masse de notre planète, avait trouvé $\frac{1}{330}$ pour l'aplatissement. Puis, Laplace, s'appuyant de plusieurs milliers d'observations de Bürg, de Bouvard, de Burckardt etc., Laplace a trouvé par la méthode lunaire $\frac{1}{306}$. Enfin, en combinant avec ceux de Sabine les résultats obtenus par Biot, on aurait $\frac{1}{276}$ pour l'aplatissement de 0° à 45°, et $\frac{1}{306}$ pour celui de 45° aux pôles, ce qui donnerait une moyenne de $\frac{1}{290}$.

Méthode du pendule. Sabine, dans une grande expédition en 1822 et 1823, de 0° à 80° de latitude nord, a trouvé $\frac{1}{289,5}$; Freycinet, excluant les séries de l'Ile-de-France, de Guam et de Mowi $\frac{1}{286,2}$; Forster a trouvé $\frac{1}{289,5}$; Duperrey $\frac{1}{266,4}$; Lütke, à l'aide de onze stations, $\frac{1}{269}$; entre Formentera et Dunkerque, d'après Mathieu, on aurait $\frac{1}{298,2}$; de Formentera à l'île d'Unst,

d'après Biot, $\frac{1}{304}$; enfin, les observations de Lacaille, au cap de Bonne-Espérance, calculées avec le plus grand soin par Mathieu, donnent $\frac{1}{284,4}$. — Notons que les différences des résultats fournis par le pendule s'expliquent par ce que l'instrument reçoit des influences de beaucoup de circonstances locales, telles que le voisinage des masses de montagnes, la densité du sol et du sous-sol.

On sera forcé de convenir, nous le pensons, que les résultats obtenus par ces trois méthodes si différentes, sont cependant assez concordants relativement pour faire admettre que le sphéroïde terrestre a un aplatissement qui diffère peu de $\frac{1}{300}$. Or un tel aplatissement est sensiblement celui qui résulterait de la rotation diurne de la terre, en supposant que sa masse entière soit à l'état de fluidité liquide ou gazeuse. N'y a-t-il pas là une présomption que notre terre, avant d'être ce que nous la voyons, a été une masse ou gazeuse ou liquide? Nous aurons à revenir plus tard sur cette conséquence importante que nous avons du reste à établir d'une manière aussi peu contestable que nous pourrons le faire.

Après avoir précisé la figure de la terre, les savants ont voulu avoir son poids, et pour cela ont recherché sa densité moyenne. Les uns ont mis à contribution l'astronomie et les mesures géodésiques, en se servant de la déviation déterminée dans le fil à plomb par le voisinage d'une montagne; d'autres ont comparé les oscillations du pendule au pied et au sommet d'une montagne massive; d'autres, enfin, ont recouru à un procédé qui offre plus de garantie d'exactitude, en employant la balance de torsion.

1° Par la déviation du fil à plomb près du mont Sche-

hallien, dans le Pertshire, observée par Maskelyne, Hutton, Playfair, la densité a été trouvée de 4,713. 2° Les observations de la durée des oscillations du pendule faites par Carlini au pied et au sommet du Mont-Cenis, corrigées par Giulio et rapprochées de celles qu'a faites Biot près de Bordeaux, ont donné 4,837. 3° Avec la balance de torsion, les observations de Cavendish, calculées par Baily, ont donné 5,448; les calculs revus par Hutton ont abaissé le nombre à 5,32, tandis que Édouard Schmidt, qui les a repris, a trouvé 5,52. D'autres observations semblables ont été entreprises par Reich en 1838, et ont donné 5,44; par Baily, en 1842, et il en a déduit 5,66; enfin par Reich, de 1847 à 1850, qui ont donné 5,577. — On ne sera pas étonné du défaut d'un accord absolu entre les résultats des deux premières méthodes et ceux de la dernière, qui, nous le redisons, méritent plus de confiance, si l'on considère qu'il est difficile d'introduire, comme éléments exacts dans les calculs, la position du centre de gravité de la montagne, la densité moyenne de sa masse et les influences relatives de la force centrifuge.

On peut conclure des résultats précédents que la densité moyenne de notre terre diffère peu de 5,5, et n'est pas inférieure à ce nombre. Or, d'après Leonhardt, la densité des basaltes les plus fins et les plus compactes varie entre 2,95 et 3,67; celle des pierres d'aimant entre 4,9 et 5,2; celle des masses qui constituent la presque totalité des terrains, est inférieure à 3, et celle des eaux douces ou salées peu différente de 1, c'est-à-dire que, en somme, la densité moyenne des matériaux de la croûte superficielle accessible à l'homme est au-dessous de 3. Donc la densité de notre terre va croissant, de la

surface au centre, et même doit s'accroître assez rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la surface.

En résumé, si l'aplatissement, supposé déterminé par la force centrifuge, dénote la fluidité primitive de la terre, l'accroissement de densité de la surface au centre vient corroborer la justesse de cette conséquence relativement à l'état physique ancien de notre globe. Comment, en effet, les matériaux auraient-ils pu se disposer dans l'ordre de leur densité croissante à partir du centre, si leur déplacement n'eût été rendu possible par l'état fluide? C'est aussi peu admissible que l'hypothèse de l'aplatissement par la force centrifuge d'une masse composée de matériaux à l'état solide.

Ainsi, des considérations exposées dans le paragraphe que nous terminons ici, il semble qu'on peut présumer que la terre a été primitivement fluide, composée tout entière de matériaux à cet état physique. Mais cette fluidité primitive a-t-elle été une dissolution dans un liquide? Ou bien a-t-elle été une fusion sous l'action d'une température élevée? Nous pouvons dès à présent écarter l'hypothèse d'une dissolution; car quelle quantité de liquide n'aurait-il pas fallu pour dissoudre un ensemble de matériaux aussi considérable que celui qui compose notre terre! Puis, que serait devenue cette masse énorme de liquide? Nous verrons d'ailleurs un peu plus tard que le plus grand nombre des substances qui composent la partie solide du globe accessible à l'observation, sont à peu près insolubles dans les liquides que nous connaissons, à plus forte raison dans l'eau. D'autres considérations encore que nous avons à exposer, viendront ajouter plus de force à ces conséquences.

§ 2. Le sphéroïde terrestre est composé d'une masse centrale, à l'état de fusion ignée, qu'enveloppe de toutes parts une croûte solide dont l'épaisseur et la densité sont des fractions peu considérables du rayon moyen et de la densité moyenne.

La température de l'air et celle du sol sur lequel il s'appuie, sont soumises, on le sait, à des variations diurnes, mensuelles, annuelles et peut-être même séculaires, qui dépendent de beaucoup de circonstances, et dont l'amplitude constitue pour un lieu le principal des éléments de ce qu'on appelle *le climat* de ce lieu. On a voulu savoir jusqu'à quelle profondeur dans le sol les causes de ces variations exercent leurs influences. Dans ce but, les expérimentateurs ont mis en station et observé des thermomètres à toutes les profondeurs accessibles pour ce genre d'observation. Il a été reconnu que les variations diurnes deviennent insensibles à une profondeur peu considérable; que les variations annuelles, ou résultant des saisons, se font sentir à une profondeur plus grande; mais que dans tout lieu on atteint, à une distance variable de la surface, un point où le thermomètre marque une température stationnaire pendant la durée d'une année, et même pendant le cours des années. A l'ensemble des points de température fixe on a donné le nom de *première couche de température invariable*, et la température de cette couche est sensiblement la température moyenne du lieu à la surface.

La première couche de température invariable est loin de se trouver partout à la même profondeur : cette profondeur pour un lieu dépend de la hauteur polaire et de tout ce qui contribue à augmenter ou à diminuer la différence thermométrique entre le maximum et le minimum

des températures du lieu. A Paris, où la hauteur polaire est 48°,50′, un thermomètre, placé en 1783 par Cassini et Le Gentil dans les caves de l'Observatoire, à une profondeur de 28 mètres, marque constamment 11°,834. Or la température moyenne de la surface étant 10°,822, Bravais, s'appuyant sur une loi à laquelle nous allons arriver, pense que la première couche de température invariable, sous le sol de Paris, est à une profondeur moindre que celle où le thermomètre est en station dans les caves. Dans les régions tropicales, c'est-à-dire à latitudes faibles, et où les différences entre les températures extrêmes sont des nombres de degrés peu considérables, la première couche de température constante qui donne la température moyenne d'un lieu, n'est qu'à une profondeur de 25 à 35 centimètres. Aussi Boussaingault a obtenu les températures moyennes de beaucoup de points de ces régions, en enfouissant le thermomètre à la profondeur qui vient d'être dite. L'exactitude des résultats qu'il a obtenus, a été vérifiée d'une manière remarquable pour des lieux dont les températures avaient des oscillations même de 14°.

La profondeur à laquelle les variations thermométriques se font sentir, est aussi en rapport, évidemment, avec la conductibilité des roches du sol et du sous-sol : elle est plus grande ou plus petite, suivant que la conductibilité des roches est elle-même plus grande ou plus petite. On s'est même autorisé d'une proportionnalité entre ces deux grandeurs, pour mesurer les conductibilités relatives des substances en masses qui constituent l'écorce du globe, et beaucoup d'observations ont été faites sous ce rapport par MM. Forbes, Arago, Bravais etc. Mais les résultats ne se rapportent que trop secondairement

à l'objet que nous nous proposons ici ; ce qui nous importe davantage, c'est la loi des températures au-dessous de la première couche de température constante.

Toutes les couches au-dessous de celle que nous venons de nommer, sont aussi à température constante à toutes les saisons ; mais le nombre des degrés thermométriques qui exprime ces températures pour les couches à diverses profondeurs, va croissant avec ces profondeurs. On a même constaté que partout il y a sensiblement proportionnalité entre l'accroissement en profondeur et l'accroissement en nombre de degrés. C'est à Cordier que revient la gloire d'avoir le premier établi cette loi et la régularité en tous lieux de l'accroissement de la température avec la distance à la surface du sol.

Avant d'entrer dans le champ des faits et des conséquences, nous devons faire une observation dont la justesse ne saurait être contestée. On comprend que les résultats locaux, au point de vue de la chaleur, puissent être influencés par d'autres causes encore que celles que nous avons dites, par des causes qui peuvent agir au delà de la première couche de température fixe. Parmi ces influences, citons celles qui résulteraient d'infiltrations d'eaux appartenant à de grandes masses souterraines ou même de l'infiltration des eaux atmosphériques. Ces liquides, pour se mettre en équilibre de température avec les roches et les terrains qu'ils parcourent, doivent leur céder ou leur prendre de la chaleur. De là une difficulté de plus dans les déterminations qui nous occupent ; de là aussi il ne faudrait pas être surpris de trouver que les lois formulées par Cordier ne se vérifient pas complétement jusqu'à une certaine profondeur dans un district particulier.

Un grand nombre d'observations et d'études ont été faites dans le but d'établir la loi exacte de l'accroissement de la température avec l'accroissement en profondeur au-dessous de la surface du sol. M. Cordier, après avoir discuté les causes d'erreurs des procédés employés par ses devanciers et corrigé les résultats obtenus par eux, a rapproché ces résultats de ceux que lui-même a déduits de ses observations faites avec tous les soins dont il pouvait disposer. Il en est arrivé à formuler que l'élévation de température serait de 1° centigrade pour un accroissement moyen de 25 mètres en profondeur. Cette conséquence émanait de faits observés d'ailleurs en des lieux très-différents et à des profondeurs diverses : dans les mines de plomb et d'argent du Finistère, dans les eaux des puits et les roches des mines du Calvados, de la Nièvre et du Tarn ; dans les mines de cuivre du Cornouailles, dans celles de plomb argentifère de Saxe, dans celles d'argent de Mexico etc.

Depuis, à la méthode de Cordier, on en a substitué d'autres plus parfaites, et, de plus, les observations ont été très-multipliées. En citant les principales de ces observations, y compris celles qu'a connues Cordier, nous ferons voir combien les résultats ont été différents suivant les lieux. On a trouvé un accroissement de 1° par 20 mètres de profondeur dans des forages artésiens à Toulouse, à La Rochelle, en Russie ; l'accroissement s'est montré plus rapide dans les houillères de Littry (Calvados), où il a été calculé de 1° par 19 mètres; puis, plus rapide encore dans les mines de houille de Decise (Nièvre), où il s'est montré de 1° par 15 mètres. Ailleurs, par exemple dans les mines de Carmeaux (Tarn), l'augmentation de 1° correspondait à un accroissement

en profondeur de 36 mètres, et Horace de Saussure avait trouvé 1° pour 37 mètres dans les salines de Bex. Entre les parallèles de Zurich et d'Upsala, dont les latitudes respectives sont 47°,22 et 59°,51, la moyenne d'un très-grand nombre d'observations a donné 1° par 23 mètres de profondeur. Dans les mines de l'Erzgebirge (Saxe), des thermomètres ont été scellés dans la pierre, disposés verticalement les uns au-dessous des autres et les observations ont été suivies pendant dix ans (de 1821 à 1831) : les mines, au nombre de 20, sont disséminées sur une surface de 40 kilomètres carrés. Dans ce vaste ensemble d'opérations, 400 observations ont été recueillies pour des profondeurs de 10 à 350 mètres et ont donné une moyenne de 1° par 42 mètres. Des expériences analogues dans l'Oural ont donné 1° par 25 mètres et dans l'Écosse 1° par 63 mètres. En Angleterre, en notant les températures des eaux extraites en grandes masses (70,000 tonnes par jour) de profondeurs parfaitement déterminées dans les mines du Cornouailles, on est arrivé à la moyenne de 1° par 37 mètres. — Notons que les observateurs anglais ont constaté un accroissement plus rapide dans les puits servant à l'extraction de la houille que dans ceux qui étaient consacrés à l'extraction des métaux.

Pour terminer, à cette nomenclature assez longue nous joindrons cependant encore quelques observations remarquables :

Au puits de Monck Wearmouth, près de Newcastle, dont les eaux remplissent une houillère profonde de 456 mètres au-dessous du niveau de la mer, on a trouvé 1° par 32^{m},4 à peu près (Philipps).

Aux bains salés de Oeynhausen, près de Minden

(Prusse), l'orifice du puits de Neu-Salzwerk est à 72 mètres au-dessus du niveau de la mer et sa profondeur 642 mètres au-dessous, on a trouvé une moyenne de 1° par 30 mètres.

Dans les puits de Prégny (près de Genève), pour une profondeur de 221 mètres, MM. Auguste Larive et Marcet ont obtenu 1° pour 29^{m},6 ; Reich a trouvé dans les mines de Saxe 1° par 41^{m},84.

Les opérations du forage du puits de Grenelle ayant été, comme on sait, suivies par Arago, Walferdin a repris plus tard les résultats. Voici le résumé de ce que formule ce dernier savant : le sol de l'abattoir du puits de Grenelle est à 36^{m},24 au-dessus du niveau de la mer et l'eau s'élève à 33^{m},33 au-dessus du sol ; le trou de sonde a 547 mètres de profondeur et la température de la source est 27°,75, tandis que la température moyenne est 10°,82. C'est donc un accroissement de 16°,93 pour une profondeur de 520 mètres environ à partir de la première couche de température invariable, ce qui donnerait 1° par 30^{m},70. Nous réunissons dans le petit tableau suivant les observations et les résultats de Walferdin aux puits de l'École-Militaire, de Saint-André (Eure) et de Grenelle :

NOMS DES PUITS.	Profondeurs.	Températures.	Profondeurs pour des accroissements de 1°.
École-Militaire	173^{m}	16°,40	30^{m},85
Saint-André (Eure) . .	253^{m}	17°,95	30^{m},95
Grenelle	521^{m}	27°,75	30^{m},70

En prenant la moyenne des observations que nous avons citées et d'autres encore, on a cru pouvoir for-

muler cette loi que, en moyenne, l'accroissement en température de 1° du thermomètre centigrade correspond à un accroissement en profondeur de 27 mètres, à partir de la première couche de température invariable.

Indépendamment des causes que nous avons indiquées comme pouvant influencer les résultats locaux, il en est encore deux principales qu'il importe de signaler ici, à raison de leur valeur : c'est d'une part la nature des roches du sous-sol et d'autre part leur disposition par rapport à leur structure, surtout si elles sont fibreuses ou lamelleuses. Les substances diverses qui constituent les terrains sont en effet plus ou moins perméables à la chaleur ou, comme on dit, sont plus ou moins conductrices du calorique. Puis, lorsque les roches ont une structure feuilletée ou bien fibreuse, il est reconnu que la conductibilité est plus grande lorsque la chaleur tend à les traverser dans un sens parallèle aux feuillets ou aux fibres que lorsqu'elle tend à les traverser perpendiculairement à ces feuillets ou à ces fibres. Pour les masses rocheuses d'un ordre plus élevé et qu'on appelle des *terrains*, comme elles sont pour la plupart composées de couches superposées, il y a lieu de faire une remarque analogue. On conçoit dès lors l'influence et de la nature des roches et de leur disposition sur la facilité de transmission de la chaleur dans le sens vertical, soit de bas en haut soit de haut en bas. On s'explique ainsi les différences des résultats obtenus ici à ceux qu'on peut trouver là, si la cause transmet son action *dans le sens vertical*. Or la chaleur solaire agit par transmission de haut en bas, et nous verrons que l'accroissement de la température avec la profondeur est

dû *très-probablement* à une chaleur centrale, à un foyer intérieur dont les rayons se propageraient du dedans vers la surface.

La loi que nous avons formulée précédemment, que l'accroissement de 27 mètres en profondeur donnerait 1° d'accroissement thermométrique de température, cette loi nous conduit aux conséquences suivantes. La température serait celle de l'eau bouillante à une profondeur de moins de 3 kilomètres et surpasserait 700° centigrades à 20 kilomètres. Déjà, à cette dernière température, la plupart des substances qui constituent la majeure partie des matériaux connus et accessibles du globe, deviennent pâteux ou entrent en fusion. Cependant il est possible, et la chose est même probable, que les roches inférieures soient de plus en plus réfractaires, et dès lors on ne saurait admettre que l'enveloppe solide ou solidifiée de la terre n'a que 20 kilomètres d'épaisseur. Mais il n'en est pas moins logique de conclure que les matériaux deviennent pâteux, puis liquides à une profondeur qui est un multiple très-peu élevé de 20 kilomètres. Ainsi notre terre se compose d'une partie centrale à l'état de fusion ignée, emprisonnée par une couche solide dont l'épaisseur n'est qu'une fraction peu considérable du rayon total du globe.

On pourrait contester que la loi qui nous a servi de base se continue bien loin au-dessous de la surface baignée par l'atmosphère, parce que les profondeurs où l'on a pénétré sont toutes de petites fractions de celles où nous trouverions les hautes températures nécessaires à la fusion. Les observations de mesurage des températures n'ont été poussées, en effet, que jusqu'à des profondeurs de 600 mètres au plus dans les puits artésiens

et de moins de 2000 mètres dans les puits des mines. Mais il est des faits qui indiquent assez clairement, ce nous semble, que la loi se continue, sans subir de modifications bien importantes quant au fond, jusqu'à des profondeurs beaucoup plus grandes que celles où l'on a pu faire stationner le thermomètre. Ces faits nous sont fournis par les températures des sources thermales, dont voici quelques-unes : Courmayeur (Piémont), 34°,44 ; Saint-Gervais (Savoie), 36°,66 ; Baréges (France), 48°,88 ; Louèches (Suisse), 52°,22 ; Cauterets (France), 55° ; Bagnères (France), 58°,88 ; Aix-la-Chapelle (Prusse), 61°,66 ; Borset (Prusse), 70° ; Carlsbad (Bohème), 73°,89 ; Las Trincheras (Amérique), 90°,13 ; Aguas de Comangillas (Mexique), 96°,4 ; Reckum (Islande), 100 ; Geyser (Islande), 124°.

Au reste 50 ou même 100 kilomètres sont une fraction assez petite des 6300 kilomètres du rayon terrestre moyen, pour qu'il ne soit pas irrationnel d'admettre que la loi de l'accroissement thermométrique n'a pas subi jusqu'à cette profondeur des changements d'une grande importance. Ainsi, à moins d'hypothèses qui contredisent les faits connus, on ne saurait s'expliquer que les matériaux situés à 100 kilomètres de profondeur ne sont pas en fusion. Quelles sont en effet les substances connues qui resteraient solides à la température de 4000° centigrades qui serait au moins celle qui règne à 100 kilomètres au-dessous du sol superficiel ? L'argent, l'or, le fer même y seraient en fusion complète, et le platine serait amolli.

D'ailleurs les faits violents et les produits brûlants de ces accidentations qu'on appelle des volcans, ne dénotent-ils pas que sous le sol règne un foyer perma-

nent de chaleur, qu'il y a quelque part, au-dessous de nos pieds, une région à température extrêmement élevée? Comment, s'il n'en était pas ainsi, se rendrait-on compte des émissions par les cratères de ces fleuves de feu qui brûlent des paysages et carbonisent des villes? Qu'on essaie d'expliquer sans source permanente de chaleur interne, les grandes scènes dont les Vésuve, les Etna et tant d'autres soupiraux de même nature sont les théâtres redoutés! On l'a cherché, il est vrai, mais sans le moindre succès jusqu'à présent; on n'a réussi qu'à inventer des causes locales tellement mesquines que ce sont des infiniment petits à côté des effets si grandioses qu'on voudrait leur attribuer.

Nous ne prétendrons pas cependant que l'élévation de température suive jusqu'au centre de la terre la progression indiquée, et qu'il y ait en ce point 200,000°, comme le voudrait alors le calcul. La fluidité des matériaux de l'intérieur permettant leur mélange doit faciliter par cela même l'établissement d'un certain équilibre de température. On a cru pouvoir évaluer à 15,000 ou 18,000 le nombre des degrés thermométriques centigrades qui expriment la température du noyau non encore solidifié. C'est une température *énorme* à laquelle cèderaient pour se fondre des substances bien plus réfractaires encore que nos métaux et nos minéraux les moins fusibles.

Indépendamment de toute considération de température, nous avons un indice encore de la fluidité interne : c'est le peu de stabilité de ce qu'on est convenu d'appeler la terre ferme. Partout où il est possible, à l'aide de points de repère, de fixer et d'observer la hauteur du niveau des terres, on a acquis la preuve que

les terrains ont été élevés ou abaissés ou même ont éprouvé successivement et plusieurs fois les deux mouvements opposés. Sans parler des oscillations dans le sens vertical du sol volcanique de l'Italie méridionale, où elles sont écrites sur des monuments en caractères dont il est impossible de méconnaître la signification, nous avons des exemples remarquables du fait dans des régions qui n'offrent pas de trace de volcanicité. Telle est la région qui comprend le nord-ouest de la France, les côtes ouest de la Belgique et de la Hollande, où la marche des mouvements verticaux du sol a été suivie et enregistrée par l'histoire depuis le commencement de notre ère; telle est encore la presqu'île Scandinave, Suède et Norvége, pays qui aussi est loin d'être volcanique, où le même genre de mouvements bien constatés y est étudié et suivi depuis bien longtemps avec tout l'intérêt qui s'attache à un phénomène de cet ordre; telles sont les côtes de France, d'Angleterre, d'Écosse, toute la région dont la Méditerranée est une dépression etc. etc. Toutes ces observations établissent incontestablement que la dénomination de terre ferme est un nom usurpé et que ne mérite aucun sol étudié. Or le peu de stabilité de la surface terrestre ne semble-t-il pas un indice accusant que les terrains, continents ou îles, s'appuient, flottent, pour ainsi dire, sur une base mobile, comme la surface d'un liquide?

Il résulte ainsi des considérations et des faits de ce chapitre que *la terre est un sphéroïde renflé à l'équateur et aplati à ses pôles, composé d'une masse centrale à l'état de fusion ignée et d'une enveloppe solide continue, dont l'épaisseur et la densité sont respectivement des fractions assez petites du rayon moyen et de la den-*

sité de la masse interne. Le chapitre suivant a d'ailleurs pour objet de donner une nouvelle confirmation de cette conséquence importante.

CHAPITRE III.

Confirmation des conséquences du chapitre précédent par la minéralogie du globe et l'ordre d'apparition des êtres vivants.

§ 1er. Notions de géogénie ou phases par lesquelles a pu passer la terre pour arriver à l'état où l'homme l'a trouvée, et conséquences de ces notions au point de vue de notre thèse.

De la figure de la terre, c'est-à-dire de la valeur de son aplatissement, nous avons pu présumer la fluidité primitive de notre planète; puis la considération que les matériaux qui la composent, sont disposés dans l'ordre décroissant des densités à partir du centre, est venue ajouter de la force à cette première présomption. Plus tard l'accroissement de la température avec la profondeur a fait passer la présomption à l'état de probabilité. Bien plus, nous avons pu affirmer alors avec une apparence de certitude que la fluidité primitive avait été une fusion par l'action d'une forte chaleur. Nous avons en effet formulé sur l'état physique actuel de notre terre cette proposition que notre sphéroïde est, encore de nos jours, un système composé d'une mer intérieure ignée et d'une enveloppe solidifiée relativement peu épaisse et peu dense qui emprisonne entièrement l'océan de feu.

Nous allons maintenant supposer tout d'abord admis que notre terre a été primitivement incandescente et fluide dans toute sa masse. Puis nous chercherons théoriquement à nous représenter les phases par lesquelles

notre globe a pu passer pour arriver à l'état que nous lui connaissons. Enfin nous examinerons si les faits reconnus de la constitution minéralogique, si l'ordre d'apparition des êtres vivants à la surface sont d'accord avec les conséquences de la théorie exposée. Que l'accord existe, et la théorie prendra rang parmi les affirmations d'une grande probabilité.

La terre donc, qu'on veuille bien l'admettre provisoirement, la terre a été une masse incandescente et tout entière d'abord à l'état gazeux. Personne ne pourrait assigner une limite de température que n'ait pas atteinte, à une époque passée, la masse qui fait notre sphéroïde actuel. Mais nous savons qu'une quantité d'un corps, de l'eau par exemple, occupe à l'état gazeux ou de vapeur un volume beaucoup plus considérable qu'à l'état solide et même à l'état liquide. Ainsi le globe que nous habitons, avait, à ces époques reculées, un volume qui était des centaines et peut-être des milliers de fois plus grand que celui d'aujourd'hui. Alors les matériaux ont pu facilement se disposer par rang de densités dans l'ordre que demandait leur équilibre; alors la force centrifuge développée dans la rotation a pu facilement faire prendre à l'ensemble la figure sphéroïdale aplatie que nous lui connaissons. Les éléments de la masse avaient en effet la plus grande facilité pour se déplacer dans le sens vertical ou se retirer des pôles et affluer de chaque hémisphère vers l'équateur du mouvement. Puis la forme générale et les dispositions relatives des substances ont dû persister au travers des changements dans l'état physique ou chimique par lesquels a passé la totalité ou seulement une partie de la masse.

Mais l'espace où nageait et où nage encore la terre,

est caractérisé par une température extrêmement basse, par un froid rigoureux, que le calcul estime de 50° au-dessous de la température de la glace fondante, par un froid donc capable de rendre le mercure solide et martelable comme du plomb ou du zinc. Que devait-il arriver pour ce corps gazeux, extrêmement chaud, situé dans un milieu aussi froid? Les gaz de la région superficielle refroidis et par suite contractés ou rendus plus denses, s'engouffraient dans l'intérieur pour être remplacés à la surface par d'autres plus chauds et moins denses. Il y avait ainsi un double mouvement, mouvement de haut en bas des gaz refroidis, et mouvement de bas en haut de ceux qui, plus chauds, venaient se refroidir à leur tour. On comprend qu'alors s'accumulaient, autour du centre, les matériaux gazeux dont la densité avait été rendue plus grande par un refroidissement plus grand. Puis, en même temps, toute la masse était nécessairement agitée par des marées énormes dues surtout, comme nos marées océaniques, comme nos marées atmosphériques actuelles, à l'attraction exercée par la lune.

Le refroidissement continuant par la surface, ainsi que les précipitations vers le centre, une époque est venue où de l'état gazeux les matériaux les moins volatilisables ont passé à l'état liquide, et le sphéroïde s'est ainsi trouvé composé d'un noyau liquide brûlant, entouré d'une atmosphère enflammée. La masse condensée, d'abord en proportion assez faible relativement au tout, s'est accrue successivement de toutes les condensations nouvelles et a pris peu à peu un volume assez considérable. Mais la basse température du milieu continuait toujours son action refroidissante. Donc, après

un temps très-long certainement et dont la durée ne saurait être présumée, des cristallisations solides doivent s'être formées à la surface du noyau, s'accroissant en nombre et en volume, couvrant des étendues de plus en plus grandes. Dès lors les courants déterminés et par les causes refroidissantes et par les marées des attractions extérieures, transportaient en tout sens et dans toute direction les cristaux devenus gigantesques, les rapprochant de manière à leur permettre de se souder, ou les heurtant les uns aux autres et les brisant en fragments plus ou moins volumineux.

Plus tard, la surface solidifiée a pris, en quelques endroits du moins, assez d'épaisseur pour faire une résistance quelque peu prolongée; mais sous l'action incessante de la vague en ébullition, sous l'effort croissant de dégagements gazeux, produits de réactions diverses, la résistance devait être souvent vaincue. Bien des fois avant que la surface tout entière fût solidifiée et le noyau complétement emprisonné, bien des fois même depuis que l'enveloppe est devenue continue et avant qu'elle eût acquis une grande épaisseur, l'écorce a été soulevée, fracturée, lancée dans l'atmosphère en débris plus ou moins volumineux. Puis ces débris retombant sur la pellicule et s'y attachant de toutes les manières possibles, il résulte de l'ensemble des causes que la surface extérieure de l'enveloppe primitive devait prendre une structure des plus irrégulièrement enchevêtrées et s'accidenter de toutes sortes de rugosités.

Cependant l'atmosphère, quoique ayant perdu une partie de sa masse par les condensations, conservait néanmoins à ces hautes températures une tension con-

sidérable, c'est-à-dire, exerçait une pression énorme sur les surfaces qu'elle baignait; l'eau en vapeur, l'acide carbonique, toutes les substances dites aujourd'hui vaporisables et beaucoup d'autres sans doute y étaient mélangées. Donc si, sous la tension actuelle, la vapeur d'eau se condense à 100°, elle doit s'être liquéfiée dans les époques anciennes bien avant que la température se fût abaissée à ce nombre de degrés thermométriques. Alors rassemblée dans les nombreuses dépressions de la surface solide, l'eau y formait des lacs plus ou moins étendus que secouaient d'une agitation continuelle les mouvements de la mer de feu infraposée et les tempêtes effroyables de l'atmosphère supérieure. Une dislocation faisait-elle communiquer le foyer interne et le liquide d'un de ces réservoirs: c'étaient de violentes et brusques vaporisations que suivaient des pluies torrentielles. De là des changements subits dans la température des roches arrosées, qui par cela même devenaient plus friables et plus faciles à céder ensuite à des actions mécaniques ou chimiques.

La puissance mécanique des eaux devait alors être singulièrement multipliée par son extrême agitation, et son action chimique devait être très-exaltée à la fois par sa haute température et les substances corrosives tenues en dissolution. On conçoit donc que d'une part les flots tumultueux devaient arracher à leurs rives cristallines des fragments nombreux qui, triturés dans le mouvement, formaient de puissants dépôts sur les fonds des lacs ou des mers. D'une autre part, saturées de certains sels solubles à ces hautes températures, les eaux d'un lac venant à être jetées par un soulèvement dans les eaux aussi saturées d'autres sels d'un réservoir diffé-

rent, il se formait ces immenses précipitations en masse dont l'origine semble aujourd'hui difficile à expliquer; ou bien encore, la température s'abaissant lentement, le liquide abandonnait peu à peu de la matière dissoute, donnant lieu à des précipités lents et schisto-compactes, dont on rencontre de nombreux échantillons dans les terrains.

Nous ne saurions suivre pas à pas les phases de la lutte entre les éléments dont nous venons d'esquisser à grands traits les actions réciproques. Bornons-nous à un résumé de la théorie et à des observations générales qui, avec ce qui précède, suffiront à faire présumer ce qui n'aura pas été dit.

D'une part donc la croûte solidifiée s'accroît en dedans de haut en bas par l'addition à sa surface interne de nouvelles cristallisations qui viennent la tapisser; d'une autre part, elle s'épaissit extérieurement de bas en haut par les dépôts triturés des roches attaquées par l'eau et par des précipitations chimiques plus ou moins abondantes. Or, lorsque la croûte était faiblement résistante, à raison de son peu d'épaisseur, elle était souvent fracturée; mais les épanchements au dehors de la matière interne, proportionnés à la résistance que la force avait dû vaincre, ne déterminaient que des rugosités d'altitudes peu considérables, de simples collines anguleuses aussi nombreuses qu'elles avaient peu d'élévation. Plus tard, la résistance s'étant accrue avec l'épaisseur de l'enveloppe, il a fallu pour la vaincre que les forces internes s'accumulassent, et de là les rugosités, les collines, produites par les épanchements et les soulèvements, ont pris des altitudes de plus en plus grandes.

Ainsi, lors des premiers âges des formations aqueuses, la surface de la terre devait présenter l'aspect d'une vaste nappe d'eau que perçaient en des points nombreux les pointes de roches soulevées ou épanchées : l'ensemble était une mer peu profonde, parsemée de nombreux petits îlots. Plus tard et successivement, les îlots émergés ont présenté à l'atmosphère des fronts de plus en plus larges, et la surface terrestre a dû passer progressivement par tous les états intermédiaires entre l'état insulaire que nous venons de dire, et l'état continental qui la caractérise aujourd'hui.

On peut être surpris qu'il se soit développé intérieurement à la croûte, entre cette croûte et la surface bouillonnante, une force capable des effets mécaniques qui ont produit nos systèmes de montagnes, les Alpes, les Pyrénées etc. L'étonnement disparaîtra et on se rendra compte de ces faits grandioses, si l'on se rappelle quelle est la haute température de la mer plutonienne, 15,000° ou 18,000°, si l'on en rapproche la possibilité que de grands réservoirs d'eau ont pu s'engouffrer subitement par des crevasses dans ces régions brûlantes. Qu'on se figure aussi, si on le peut, les limites de la puissance mécanique développée dans des masses de vapeurs dont la température s'élevait à plusieurs milliers de degrés ! Qu'est-ce, en effet, comparativement, que la tension développée dans les générateurs de nos machines à vapeur ? Or on sait quels effets terribles sont produits, lorsque ces chaudières viennent à éclater. Ici, cependant, il n'y a en jeu qu'une goutte d'eau, pour ainsi dire, et une température au plus de quelques centaines de degrés. Que devait-il donc se passer, lorsque, par suite de l'action de la vague interne, des lacs entiers

venaient à s'abîmer dans la région d'un feu de 18,000° ? C'étaient de soudaines et violentes dislocations de la croûte, dont les débris, gros comme des montagnes, étaient lancés à des hauteurs prodigieuses ; ou bien les vapeurs, accumulées au-dessous d'une couche plus épaisse et plus résistante, pressaient la surface de la lave interne et la forçaient à sortir par des crevasses immenses, ou par des cassures étoilées là où la résistance était moindre. De là des systèmes de montagnes disposées en lignes presque droites ou par rayonnements en étoiles.

Pour en finir avec ces généralités théoriques, appelons l'attention sur une double remarque. La première, c'est que l'air atmosphérique devait être primitivement chargé, outre d'autres substances, d'une forte proportion d'acide carbonique, de la majeure partie de ce gaz méphitique qui entre aujourd'hui dans la composition des carbonates, par exemple des pierres à chaux. La deuxième remarque, c'est que les premiers dépôts neptuniens, ou sous les eaux, se trouvant peu distants du foyer de la chaleur interne, ont dû bien souvent être bouleversés, fracturés, en partie même fondus lors des nombreuses invasions faites au travers de leurs masses par la matière bouillonnante interne ; c'est que les premiers dépôts stratiformes doivent ainsi avoir pris un caractère mixte, transitoire entre les terrains cristallins et les dépôts aqueux proprement dits. Pour compléter cette dernière remarque, ajoutons que les dislocations, les signes d'une fusion postérieure à la formation, doivent, si notre théorie est vraie, apparaître de plus en plus rares à mesure que les terrains déposés sont de plus en plus éloignés du noyau.

Voyons maintenant si la *géognosie*, ou la connais-

sance des faits minéralogiques de la terre, confirme les idées géogéniques qui viennent d'être exposées.

D'abord, nous avons vu déjà que la forme de notre terre, la disposition de ses matériaux dans l'ordre croissant des densités à partir de la surface, s'accordent pleinement avec l'hypothèse de la fluidité primitive qui nous a servi de point de départ théorique. Mais la structure et la composition minéralogique des sols et des sous-sols se trouveront-elles d'accord avec la théorie exposée des formations successives ? L'examen rapide auquel nous allons nous livrer de cette composition et de cette structure, suffira pour convaincre qu'il en est réellement ainsi.

La croûte terrestre, dans l'épaisseur qu'on a pu en explorer, apparaît composée de couches superposées comme le sont les tuniques de l'oignon qu'emploie la cuisine. Seulement, tandis que dans l'oignon chaque tunique forme une enveloppe continue d'épaisseur à peu près uniforme, les couches terrestres superposées n'ont de continuité que sur des étendues relativement assez faibles, et la même couche varie d'épaisseur d'un lieu à un autre, entre des limites même très-éloignées; tandis que dans l'oignon l'on peut compter tout autour dans la profondeur le même nombre de tuniques, la croûte offre suivant les districts, des nombres de couches très-différents. On aura donc une idée plus juste peut-être de la structure de l'enveloppe qui emprisonne la mer ignée en se représentant celle-ci comme surmontée de bancs de grandes écailles irrégulières, variables avec les lieux en nombre, en forme, en épaisseur, en étendue, et bien plus en directions relatives, même pour celles qui sont les unes au-dessus des autres. L'ensemble est une espèce d'imbrication désordonnée, qui paraît indiquer que de

bouleversements multipliés et de tous sens sont venus faire un arrangement bien irrégulièrement enchevêtré d'une disposition qui avait originellement une certaine régularité.

Parmi les terrains plus ou moins bouleversés, divisés en étages, on en distingue facilement deux natures : les uns cristallins, présentent les caractères de matériaux refroidis après fusion : — ce sont les terrains appelés *plutoniens*, *pyroïdes*, *de cristallisation* etc. ; les autres sont analogues aux dépôts qui se forment actuellement sous les eaux douces ou salées : — ce sont les terrains dits *neptuniens*, *stratifiés*, *sédimentaires* etc. Les granites, les porphyres, les basaltes, les diverses matières produites dans les éruptions etc. appartiennent à la première catégorie ; les calcaires, les argiles, les grès, les schistes etc. appartiennent à la deuxième catégorie. Outre les caractères originels de disposition par masses pour les premiers et de disposition par couches pour les autres, avec structure cristalline pour ceux-là, sans structure cristalline pour ceux-ci, on les distingue nettement les uns des autres en ce que dans les terrains cristallins on ne trouve ni sables, ni graviers, ni cailloux roulés, ni traces de végétation ou d'animalisation, tandis que dans les terrains neptuniens on rencontre fréquemment des sables, des graviers, des cailloux roulés et toujours plus ou moins abondamment des indices d'êtres organisés.

La classification des terrains plutoniens nous sera inutile pour l'objet que nous nous proposons ; mais disons un mot de la division ou plutôt des groupements des terrains neptuniens. Nous pouvons y distinguer vingt-cinq étages, qu'on a répartis en quatre grandes classes ; c'est

cette dernière *grande* division qui doit nous suffire. D'abord les étages inférieurs, les plus anciens par date de formation, ont été appelés *terrains de transition*, pour une raison que l'on présume et que nous aurons à signaler; ensuite, en remontant ou en suivant l'ordre chronologique, on a groupé les autres sous ces dénominations qui sont à elles-mêmes leurs définitions: *terrains de sédiments inférieurs*, *terrains de sédiments moyens*, *terrains de sédiments supérieurs*. Le tout est surmonté des terrains des formations plus modernes, qu'on appelle *alluvions anciennes* ou *diluvium* et *alluvions modernes* ou *post-diluvium*.

Les terrains aqueux manquent quelquefois, assez rarement; mais partout où ils se trouvent, on les voit superposés aux terrains plutoniens; c'est comme si ceux-ci avaient formé les fonds de réservoirs où se seraient déposés les autres. D'ailleurs, l'absence complète des terrains aqueux, alors qu'elle a lieu, s'explique très-bien par des dénudations sous les eaux des terrains ignés qu'ils recouvraient, avant qu'un soulèvement fît émerger ceux-ci.

L'origine des terrains plutoniens est accusée, non-seulement par leur structure cristalline, mais par beaucoup d'autres caractères, dont nous avons déjà signalé quelques-uns. Citons encore seulement les accidentations et les rugosités prévues par la théorie; ce caractère originel est d'une évidence incontestable. Aussi il a pu être dit avec non moins de vérité que de poésie : « On croirait, à voir un certain ensemble de ces roches, qu'elles ont été surprises par le souffle de Dieu et solidifiées brusquement lorsqu'elles étaient encore bouillonnantes. »

Quant aux terrains dits *neptuniens*, leur origine n'est pas moins clairement indiquée. D'abord on y reconnaît une disposition par feuillets parallèles, comme dans les dépôts de même genre qui se forment sous nos yeux; puis, comme dans ceux-ci, les cailloux plats qu'ils renferment sont disposés de manière que leur plus grande dimension est parallèle aux surfaces de séparation des tranches. Ce qui rend plus frappante encore l'analogie avec les dépôts aqueux actuels, c'est, avons-nous déjà dit, que, de même que ceux-ci, les terrains anciens empâtent des débris des êtres organisés qui vivaient aux époques de leurs formations respectives. Il est vrai de dire cependant que les couches d'autrefois n'ont que par exception l'horizontalité originelle; mais les irrégularités actuelles n'ont-elles par leur explication dans les perturbations en nombre presque infini produites par la réaction du foyer intérieur?

D'ailleurs que cette dernière cause est la cause véritable des dérangements subis par les terrains neptuniens, cela résulte manifestement de ce fait indiqué par la théorie : c'est que les terrains présumés aqueux, immédiatement superposés aux terrains cristallins, présentent fréquemment des indices d'une fusion postérieure à leur formation; c'est que fréquemment ils sont injectés de bas en haut de matériaux d'origine plutonienne, qui y forment ce qu'on appelle des *filons;* c'est qu'ils présentent des dislocations extrêmement multipliées et sont, pour ainsi dire, éparpillés par lambeaux. Aussi c'est à raison des deux premiers caractères qu'on a autrefois nommé et qu'on nomme encore quelquefois *terrains de transition* les étages inférieurs des sédiments, où se trouvent des caractères des deux origines. Les

terrains des sédiments inférieurs présentent encore quelquefois des traces de filons, des ruptures, des dislocations, des fusions après dépôt; mais les indices de l'action du feu y sont plus rares. Ces indices se présentent plus rarement encore dans les sédiments moyens et sont extrêmement rares dans les sédiments supérieurs. Dans les terrains relativement récents, les influences calorifiques du foyer ne se montrent plus qu'aux environs des bouches volcaniques. Or le nombre de ces soupiraux de feu, quoique plus grand qu'on ne se l'imagine ordinairement, ne l'est cependant pas assez pour que les cratères ne doivent pas être considérés comme des accidents assez rares sur la surface terrestre.

Est-il besoin d'insister sur l'accord qui existe entre ce qui est *minéralogiquement* et ce que la géogénie exposée avait dit devoir être? Nous ne le pensons pas. Dans l'exposé de ce qui est, n'a-t-on pas à rédire à peu près identiquement les mêmes faits que la théorie avait prévus? Nous allons donc passer, sans plus de détails, aux considérations qui se puisent en faveur de notre thèse, dans l'ordre de l'apparition des êtres vivants des deux règnes.

§ 2. L'ordre d'apparition des êtres vivants est une confirmation nouvelle de la théorie géogénique exposée et par suite conduit aux mêmes conséquences que la structure minéralogique de l'écorce terrestre.

On conçoit que, à l'origine de la solidification et pendant longtemps encore, la surface extérieure de la croûte avait une température trop élevée pour que la vie végétale ou animale y fût possible. Ainsi les roches cristallines ne doivent pas renfermer de traces d'être organisés. Cependant on rencontre quelquefois empâtés, dans des masses éruptives, des calcaires devenus marbres,

où se trouvent des empreintes, des moules, qui indiquent d'une manière évidente des êtres organisés. Mais ces faits s'expliquent très-bien sans qu'on soit obligé de recourir à l'hypothèse difficile, irrationnelle, qui admettrait que des êtres auraient pu vivre sur des roches naguère solidifiées et conservant encore une température très-élevée. Des masses éruptives épanchées par des fissures, postérieurement à la formation de dépôts neptuniens ou joviens, ont dû souvent envelopper des portions de ceux-ci, avec les débris d'êtres vivants qu'ils pouvaient renfermer. Or la solidification des matériaux épanchés ou vomis par les volcans est postérieure aux lambeaux des formations neptuniennes qui sont empâtés. Mais c'est en vain qu'on chercherait des indices d'êtres vivants dans les roches cristallines des terrains primitifs, dans ces assises cristallisées qui forment pour ainsi dire le support des terrains aqueux et dont la solidification a précédé le dépôt de ceux-ci.

On trouve en place des débris fossiles de l'époque où ils ont vécu, dans les dépôts stratiformes immédiatement superposés aux roches cristallines des terrains primordiaux, c'est-à-dire, dans les terrains à caractères mixtes que nous avons déjà nommés métamorphiques ou de transition. Mais les restes sont d'abord assez rares, ce que l'on concevra sans peine. D'une part la vie ne pouvait être ni très-active ni très-variée, et, d'un autre côté, bouleversés par les réactions de l'intérieur si fréquentes alors, ces terrains ont subi tant de fois l'influence de la chaleur centrale, que la majeure partie des substances organiques qu'ils empâtaient a dû être décomposée. Cependant même dans les premières couches de ces époques reculées on rencontre des

restes et des empreintes de végétaux et d'animaux assez bien caractérisés pour que leur organisme puisse être parfaitement décrit, et ces êtres classés avec autant de certitude que ceux qui vivent aujourd'hui.

A partir de ces plus anciennes formations, en remontant de proche en proche jusqu'aux formations modernes, on trouve dans tous des échantillons de plus en plus nombreux et de mieux en mieux conservés des êtres végétaux ou animaux qui ont peuplé la terre aux époques respectives des formations qui se sont succédé. Il est presque inutile d'ajouter qu'on a pu, à plus forte raison, reconstituer les caractères de ces êtres; on a pu même tenter de faire l'histoire de leurs mœurs. On a ainsi classé rigoureusement les végétaux et les animaux qui ont peuplé notre planète aux diverses époques géologiques. Toutefois la faune et la flore relatives à chaque époque sont loin d'être complètes, et nécessairement sont en général d'autant plus éloignées de l'être que ces formations sont plus anciennes. Néanmoins on a obtenu assez de chacune pour arriver à une connaissance suffisante de sa physionomie générale et pour pouvoir comparer les unes aux autres celles des divers âges.

Or on voit cette physionomie varier à partir des formations les premières peuplées d'êtres vivants, et de très-éloignée qu'elle en était, se rapprocher progressivement de celle que présente l'ensemble des êtres qui vivent aujourd'hui. En étudiant et en comparant les organisations successives, on est frappé de l'évidence de cette loi, que les êtres organisés se sont succédé ou sont apparus successivement dans l'ordre que veut l'hypothèse géogénique que nous avons exposée.

Après avoir prémis ces généralités, nous allons entrer dans quelques développements sur les faunes et les flores successives du globe terrestre, afin que ressortent mieux les conséquences que nous nous proposons d'établir ou plutôt de confirmer.

Généralités sur les flores antédiluviennes, — comparaison avec les flores géographiques actuelles, — et conséquences de ces comparaisons.

Depuis quarante ans surtout, les naturalistes de la France, de l'Angleterre, de l'Allemagne, de l'Italie se sont appliqués à rechercher des éléments propres à faire connaître les végétations aux divers âges de la terre. On a cherché et découvert, dans un très-grand nombre de lieux, des échantillons de plantes fossiles; car si c'est surtout en Europe que le succès a le plus couronné les recherches, l'Amérique, l'Inde et la Nouvelle-Hollande ont fourni leur contingent. Aussi cette branche de l'histoire naturelle de notre planète a fait des progrès immenses. Bien que cependant les données ne soient fournies que par une faible portion des régions du globe, on doit regarder comme excessivement probable que les conséquences s'appliquent même aux régions non encore explorées relativement au point de vue qui nous occupe. Aujourd'hui plusieurs milliers d'espèces éteintes de plantes fossiles ont pu être définies et rigoureusement classées, en même temps que l'on assigne exactement les âges géologiques auxquels elles ont appartenu.

On conçoit toutes les difficultés qu'a dû présenter le travail de classification dont nous venons de parler, si l'on considère que dans un grand nombre de cas, si ce

[illegible] les naturalistes n'avaient à leur disposition que de faibles débris ou des empreintes fort restreintes des plantes à étudier. Ce n'est que par des comparaisons multipliées et minutieuses, des rapprochements répétés à l'infini que les savants sont parvenus à asseoir leurs déterminations sur des bases certaines. Disons tout d'abord que c'est à un savant français, M. Adolphe Brongniart, qu'est dû en très-grande partie l'élan qui a conduit aux résultats signalés. Il est d'ailleurs pour les végétaux antédiluviens ce qu'a été Cuvier pour les animaux des époques passées; c'est à son génie et à sa remarquable sagacité que l'on doit la reconstitution, la définition et la classification d'un très-grand nombre d'espèces éteintes. Qu'on lise l'ouvrage de M. Brongniart sur les végétaux fossiles, on sera édifié et sur les difficultés du genre d'étude et sur le bonheur avec lequel elles ont été vaincues. Aussi c'est à un travail de ce savant naturaliste que nous empruntons la plupart des faits que nous allons consigner ici et des conséquences que nous formulerons.

Commençons par faire remarquer, avec M. Brongniart, que dans la plupart des cas on peut déterminer avec certitude la grande classe végétale à laquelle appartiennent les fossiles; souvent même on peut reconnaître la famille, quelquefois le genre et plus rarement l'espèce. Mais il nous suffit ici que l'on puisse sans incertitude rattacher le fossile à l'une des six grandes familles naturelles que nous allons nommer; et ce résultat peut être obtenu, dit encore M. Brongniart, au moyen d'un seul organe quelconque bien conservé. Or le savant entend par grande famille végétale l'une des divisions *très-naturelles* suivantes dans

lesquelles se rangent tous les végétaux. Ce sont : 1° les agames (végétaux où les organes de la reproduction sont si difficiles à découvrir qu'on a d'abord contesté et même nié leur existence) ; — 2° les cryptogames cellulaires (végétaux à tissus à peu près exclusivement cellulaires et dont les organes de la reproduction ont été, quoique *cachés*, moins difficilement reconnus que dans ceux de la division précédente) ; — 3° les cryptogames vasculaires (végétaux à tissus cellulo-vasculaires et où les organes de la reproduction sont encore suffisamment *masqués* pour être difficiles à découvrir) ; — 4° les phanérogames gymnospermes (végétaux acotylédonés comme les précédents, mais où les organes de la reproduction sont évidents, comprenant les conifères et les cycadées) ; — 5° les phanérogames monocotylédones (en un mot les plantes monocotylédonées de la classification de Jussieu) ; — 6° enfin les phanérogames dicotylédones (tous les végétaux appelés dicotylédonés). — Dans les considérations qui vont suivre, nous laisserons presque entièrement de côté les agames et les cryptogames cellulaires pour ne nous occuper que des quatre dernières grandes classes. Encore ferons-nous tout à fait abstraction des plantes marines, qui appartiennent à un ordre spécial de végétation.

Cela posé, bornons-nous, pour la division des terrains, aux quatre grands groupes des formations neptuniennes, division adoptée par plusieurs géologues et dont nous allons rappeler les membres, en suivant l'ordre d'ancienneté et en commençant par les plus anciens. Ces membres sont les suivants : 1° les terrains de transition, qui comprennent les étages phylladiques, les schistes ardoisiers, les grès pourprés, les étages carboni-

fères, le mill-stone-grit des Anglais, les étages houillers, les psèphites ou vieux grès rouges; 2° les terrains sédimentaires inférieurs, qui comprennent les étages du zechstein, du grès vosgien, du grès bigarré, du muschelkalk, du keuper; 3° les terrains sédimentaires moyens, qui se composent des étages du lias de l'oolithe inférieure, de l'oolithe moyenne, de l'oolithe supérieure, et les étages néocomiens, glauconieux et crayeux; 4° les terrains sédimentaires supérieurs, où se trouvent l'étage parisien, celui de la molasse, celui des fahluns, l'étage sub-apennin ou du crag, et le diluvium. Enfin les formations qui ont succédé au dernier grand cataclysme et se continuent actuellement, ont reçu le nom d'ensemble de *post-diluvium*.

Les végétaux qui appartiennent aux étages d'une même grande formation diffèrent en général assez peu les uns des autres; mais lorsqu'on passe de la flore d'un étage d'une formation à celle d'un étage d'une autre formation même voisine, on observe des différences qui donnent aux deux flores des physionomies différentes et dont les différences sont même assez tranchées. Aussi peut-on caractériser ces physionomies spéciales par les grands rapports, les remarquables analogies qui se reconnaissent entre les végétations de tous les terrains d'un même grand groupe. Il est vrai de dire cependant que les rapports et les différences pour deux formations, voisines ou non, ne sont pas fondés exclusivement sur l'identité ou les différences des espèces ou même des genres et des familles, mais plutôt sur les rapports numériques des échantillons des grandes classes du règne végétal dont les types ont été reconnus et étudiés dans ces formations. La *Géographie botanique* établit qu'il en

est du reste ainsi, pour les végétations actuelles, des rapports et des différences par lesquels on caractérise les *régions botaniques* dans lesquelles a été divisée la surface du globe terrestre.

Nous avons dit tout à l'heure la division géologique à laquelle on a été amené par des caractères minéralogiques, indépendamment de la considération des flores anciennes. Au point de vue de la botanique on peut aussi diviser la durée des formations aqueuses en quatre grandes périodes bien caractérisées, et, ce qu'il y a de remarquable, c'est que les périodes botaniques diffèrent assez peu des périodes minéralogiques. En effet la première période botanique aurait pour limites, d'une part, en bas, les terrains de cristallisation stratiformes ; d'une autre part, en haut, le zechstein, et comprendrait ainsi la durée de la formation des terrains de transition; la deuxième période, qui correspondrait principalement au dépôt du grès bigarré, aurait pour limite inférieure les assises supérieures du terrain carbonifère et pour limite supérieure le muschelkalk, c'est-à-dire, qu'elle comprendrait une assez grande partie des terrains des sédiments inférieurs ; la troisième période, qui, commençant au keuper, se terminerait par la craie, embrasserait le reste des sédiments inférieurs et des sédiments moyens; enfin la quatrième période renfermerait tous les terrains supérieurs à la craie, jusqu'aux alluvions anciennes inclusivement, et coïnciderait ainsi avec les sédiments supérieurs des géologues.

Voici les caractères botaniques de chacune de ces grandes périodes :

Dans la végétation de la première période on ne trouve que deux des grandes classes végétales parmi les quatre

dernières : ce sont les cryptogames vasculaires représentées par des algues, des champignons, des fougères, des prêles, des lycopodes, et les monocotylédones représentées par des plantes qui paraissent analogues aux palmiers et aux liliacées arborescentes. On n'y trouve pas ou on y trouve des traces douteuses de phanérogames gymnospermes et de dicotylédones. Les cryptogames vasculaires y ont une telle prédominance numérique qu'on peut dire qu'elles composent presque à elles seules cette première flore; elles y entrent en effet pour plus des huit dixièmes. Toutefois, bien qu'on soit obligé d'admettre que les calamites, les sigillaires, les lépidodendrons etc. appartiennent respectivement aux familles des prêles, des fougères, des lycopodes etc., les premiers diffèrent de ceux d'aujourd'hui et par les espèces et souvent même par les genres. En outre, comparées aux analogues d'aujourd'hui, les équisétacées, les fougères et les lycopodiacées arborescentes avaient des tailles colossales : il existait des équisétums de 3 à 4 mètres de haut et de 14 à 15 centimètres de diamètre, des fougères en arbre de 16 mètres et des lycopodiacées de près de 25 mètres de hauteur. Ainsi les caractères essentiels de la physionomie de cette première période végétale sont la grande prédominance numérique et le développement exalté des fougères, des lycopodes et en un mot des cryptogames vasculaires.

La deuxième période de végétation est la moins anciennement connue; on n'avait trouvé d'abord qu'un nombre de plantes assez restreint dans les assises du grès bigarré et du grès vosgien; mais des découvertes et des études plus récentes, celles de MM. Schimper et Mougeot en particulier, ont fait faire un grand pas de

plus à l'histoire végétale de ces terrains. En résumé, les plantes qu'on y a reconnues, donnent à la flore de cette époque une physionomie essentiellement différente de celle des âges précédents et de celle des périodes suivantes. En effet trois des quatre dernières grandes classes naturelles y sont représentées par des plantes bien définies : ce sont les cryptogames vasculaires, par des calamites, des équisétums, des lycopodiacées ; les phanérogames, gymospermes par des conifères (arbres verts : pins, sapins, mélèzes...) seulement, sans cycadées, et les monocotylédones (palmiers, graminées, orchidées, iridées...) par des espèces singulières totalement différentes de celles qui vivent aujourd'hui. Les dicotylédones manquent encore, ou bien, si l'on a cru en découvrir des traces, il est permis de douter que les échantillons se rapportent réellement à cette grande classe. Ce qui caractérise la deuxième époque végétale, c'est que les cryptogames vasculaires y sont bien moins nombreuses que dans la précédente, puisqu'elles ne composent à peu près que la moitié de la flore et qu'elles s'y montrent avec un développement moindre que dans la première époque ; un caractère distinctif encore de cette période, c'est l'apparition des conifères et la singularité de ses monocotylédones.

Pour la troisième période de végétation on a depuis longtemps des données étendues, et la physionomie de sa flore très-suffisamment connue se distingue nettement de celles des autres périodes[1]. Bien que ses végétaux n'appartiennent qu'aux mêmes trois classes de la précédente époque, ils sont différents quant aux espèces, aux gen-

[1] Nous rappelons que nous avons puisé tous les renseignements relatifs à la botanique dans l'ouvrage de M. Brongniart.

res et même aux familles ; en outre les cycadées de la grande classe des phanérogames gymnospermes apparaissent alors pour la première fois. Les conifères et les cycadées, au lieu de composer comme de nos jours la trois centième partie de la flore, en formaient entre elles près de la moitié, et les cycadées prédominaient. Les fougères, les prêles et les lycopodes composaient avec quelques monocotylédones le reste de la végétation. Ainsi les caractères distinctifs de la flore de la troisième période sont l'apparition des cycadées et leur prédominance numérique, et en outre l'égalité en nombre entre les cryptogames vasculaires et les phanérogames gymnospermes. Du reste la présence des dicotylédones est ici presque aussi douteuse que pour l'époque précédente.

Dans la quatrième période de végétation seulement et dès l'origine de cette période, se montrent les dicotylédones avec une certitude incontestable. Dès l'origine aussi, qui correspond à la formation des terrains analogues à ceux des environs de Paris, elles acquièrent une prédominance numérique très-marquée sur tous les autres végétaux contemporains. Comme dans la flore actuelle, les dicotylédones sont dans cette période au moins cinq fois plus nombreuses que les monocotylédones. Quant aux autres classes, elles ne montrent qu'un nombre relativement très-restreint d'espèces, de genres et de familles ; car les fougères, les équisétacées, les mousses n'y sont pas largement représentées, et parmi les agames on ne rencontre que quelques espèces de plantes marines. Les genres de cette période sont d'ailleurs facilement comparables à ceux des végétaux de nos jours, et, même pour les espèces analogues, les différences, quoique sensibles, sont en général assez légères. Ainsi

la quatrième période est caractérisée par la présence certaine et la prédominance numérique très-marquée des dicotylédones; puis, numériquement, ce sont les monocotylédones qui occupent le second rang, et viennent ensuite successivement les phanérogames gymnospermes, les cryptogames, les agames.

Faisons remarquer que lors même qu'on viendrait à découvrir, et bien qu'on ait découvert dans les terrains d'une période quelques espèces mêmes d'une grande classe naturelle qui y manquait en apparence, une semblable découverte ne change rien à la physionomie générale de la végétation de la période : les caractères essentiels par lesquels nous avons défini chaque période n'en restent pas moins les mêmes. Ainsi, nous pouvons l'affirmer, la flore terrestre est devenue de plus en plus variée; en outre, ce sont les végétaux de l'organisation la plus simple qui ont apparu d'abord ; puis se sont montrés successivement ceux d'organismes de plus en plus complexes. Faisons remarquer aussi, quoique nous ne tirions pas de conséquence de cette observation, que deux périodes consécutives des végétations antédiluviennes se trouvent toujours séparées par des formations extrêmement pauvres en plantes. Ainsi, à la limite de la première et de la seconde on trouve les grès rouges appelés *pséphites* (*qu'il ne faut pas confondre avec les grès rouges des Vosges*), où l'on n'a, que nous sachions, découvert encore aucun végétal, et le calcaire pénéen, qui n'a offert que quelques traces de plantes marines. A la limite de la deuxième et de la troisième période végétale se trouve le muschelkalk ou calcaire conchylien si abondant en fossiles animaux, et offrant à peine des traces de fossiles végétaux. Enfin la troisième est

liée à la quatrième période par les puissantes assises de la craie, où ne se rencontrent que de rares débris de végétaux qui ont vécu dans les mers.

Dans ce que nous avons dit jusqu'à présent des flores successives de notre terre, on n'a pu trouver que des faits et des résultats positifs indépendants de toute théorie préconçue. Voyons maintenant à tirer des conséquences au point de vue de la géogénie ou des phases par lesquelles a pu passer notre globe pour arriver à son état actuel. Afin d'asseoir nos déductions sur des bases plus solides, nous comparerons les flores qui *ont été* à celles qui *sont* actuellement, en examinant dans la géographie botanique quels sont les résultats produits de nos jours par les influences de telles ou telles circonstances ambiantes.

Les plantes de la première période, dont l'enfouissement a produit ces immenses dépôts d'un combustible a bon droit si recherché et pour l'industrie et pour l'économie domestique, ces plantes, disons-nous, appartiennent surtout aux cryptogames vasculaires, et acquéraient, à l'époque où elles vivaient, ces tailles élevées que nous avons fait connaître. Or voyons quelles sont actuellement les conditions dans lesquelles cette classe tend à prendre un plus grand développement et pour le nombre des espèces et pour la taille des individus.

Les études de géographie botanique nous montrent les cryptogames vasculaires comme étant généralement d'une taille naine dans les régions froides, tandis que beaucoup d'espèces ont des tailles assez élevées dans les régions tropicales. Nous y trouvons que les fougères, qui sont des plantes rampantes dans les climats froids ou tempérés, ou n'y ont que quelques décimètres d'éléva-

tion, atteignent dans les régions tropicales six mètres et plus de hauteur ; nous reconnaissons que les plus petites espèces de prêles sont celles de la Laponie et du Canada, et que les plus grandes habitent aux Antilles et dans l'Amérique équatoriale; enfin les lycopodes, qui ont dans nos régions à peine 20 centimètres d'élévation, se montrent avec une taille quatre fois plus grande dans les régions tropicales. Dès lors la grande taille des fougères, des lycopodiacées, des équisétacées du terrain de transition ne semble-t-elle pas confirmer déjà ce que nous avons déduit de notre théorie géogénique, à savoir que, lors de la formation de ces terrains, la température générale à la surface du globe était beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui, même entre les tropiques?

Quant au mode de répartition sur la surface du globe de la famille des fougères et des familles voisines, deux causes principales le modifient puissamment, suivant MM. Brown et d'Urville; ce sont l'élévation de la température et l'influence de l'air humide, avec cette condition que la température ait la presque uniformité que lui donne le voisinage de la mer. Ainsi, dans les contrées de l'Europe tempérée, où le développement des cryptogames est le plus favorisé, leur rapport aux phanérogames est 1/40, tandis que, les autres circonstances étant égales d'ailleurs, le rapport varie de 1/26 à 1/20 pour les continents équatoriaux. Si l'on passe de l'observation des continents à celle des îles, on voit le rapport s'élever encore plus notablement, en supposant toujours égales les autres influences. Ainsi, dans les Antilles le rapport semble être 1/10; dans les îles de la mer du Sud, il devient 1/4 ou même 1/3; à Sainte-

Hélène, à Tristan d'Acunha, il est 2/3; à l'île de l'Ascension, il paraît y avoir à peu près égalité de nombre entre les cryptogames vasculaires et les phanérogames. Ne peut-on pas conclure de ces observations que le rapport s'accroîtrait encore si les îles dont nous venons de parler, au lieu d'appartenir à des groupes, se trouvaient isolées au milieu de vastes étendues de mers? Maintenant rapprochons de ces résultats la considération de la flore des terrains houillers, où prédominent si fort les cryptogames vasculaires; ne sommes-nous pas autorisés à conclure, comme nous avons pu le faire de la théorie, qu'à l'époque où les premières plantes ont vécu, la surface de la terre avait des accidentations très-nombreuses, mais non aussi considérables que celles d'aujourd'hui, et qu'ainsi elle devait présenter de grandes mers parsemées d'îles très-peu étendues?

En d'autres termes, lorsque se formaient les dépôts qui ont donné la houille, il n'y avait pas encore de continents proprement dits: c'était un état de surface auquel on peut donner le nom d'*insulaire*. C'est d'ailleurs ce que semble indiquer la disposition des terrains houillers par bassins isolés et en séries, et aussi la grande étendue et la continuité de certains dépôts de calcaire de transition montrent qu'il y avait de vastes mers alors que se sont faits ces dépôts.

La flore de la deuxième époque, sur laquelle on trouve des renseignements précieux dans les travaux de MM. Schimper, Mougeot, d'Aubrée, relatifs à la végétation du grès des Vosges, montre par sa composition que l'état insulaire persistait encore pendant cette période. Cependant une diminution dans la prédominance des cryptogames vasculaires permet de conclure que le

îles offraient alors de plus grandes surfaces à la végétation. On y a rencontré aussi des fougères arborescentes à tailles de peu moins gigantesques que celles de la première période, et de ce caractère joint à celui qu'offre la physionomie générale de la flore dont il s'agit, il est permis de conclure que la température était suffisamment élevée pour masquer les variations que peut occasionner la position de la terre par rapport au soleil dans les quatre saisons annuelles.

La végétation de la troisième période a un cachet très-particulier ; nous savons qu'elle se compose presque exclusivement de cycadées, de fougères et d'un petit nombre de conifères. Bien que très-différente des flores de tous les climats actuels, celle de la période qui nous occupe se rapproche par certaines analogies de celle des côtes et des grandes îles des régions tropicales. En effet. les cycadées vivent principalement dans les îles des Antilles, sur les côtes du Brésil, au cap de Bonne-Espérance, dans les Moluques et le Japon, et sur les côtes de la Nouvelle-Hollande. Ce sont donc, et les fougères rentrent plus encore dans ce cas, ce sont donc des plantes de climats chauds soumis aux influences du voisinage de la mer, sur les côtes d'assez grandes îles ou de continents déjà assez étendus. Il semble d'après cela qu'à cette époque la surface terrestre, ce qui est conforme à notre théorie, était dans un état intermédiaire entre l'état insulaire de la première ou des deux premières et l'état continental que nous allons voir être le caractère de cette surface pendant la quatrième période. Quant à la température pendant la troisième période, elle était encore assez élevée pour que les influences relatives au climat et aux saisons fussent à peu près entièrement masquées.

Nous trouvons en général dans les végétations de la quatrième période les caractères de celle des grands continents et des climats un peu plus que tempérés; elle est analogue généralement à la végétation de l'Europe et de l'Amérique septentrionale et ne présente qu'un petit nombre de palmiers et d'autres monocotylédones arborescentes. Alors déjà les influences de latitude, d'altitude, d'exposition semblent se faire sentir, et il arrive qu'on rencontre en un même lieu ou une flore semblable à celle des climats tempérés ou des végétaux qui paraissent appartenir à des régions de température plus élevée. On peut déduire de l'ensemble que les conditions de la vie végétale ne différaient pas trop sensiblement de celles d'aujourd'hui, et qu'ainsi l'étendue des continents, la température, la nature de l'atmosphère approchaient beaucoup de ce qui est dans la période actuelle. Cependant il y a des différences très-appréciables, qui indiquent que la surface de la terre n'offrait pas alors des continents aussi grands que les nôtres et que ceux-ci étaient en partie recouverts par les eaux salées. Nous allons voir du reste, en examinant l'ordre de succession des êtres animaux, que la température était plus élevée et que les influences climatériques étaient moins sensibles que de nos jours.

Nous n'insisterons pas sur les conséquences à tirer de cet aperçu relatif à la succession des flores. On y a vu clairement que, loin de contredire notre théorie géogénique, les faits de la botanique antédiluvienne la corroborent au contraire; car les végétaux se sont succédé à la surface de la terre dans l'ordre où le voudrait *a priori* cette théorie même, et leur ordre d'apparition montre, comme la théorie, que les étendues des mers et celles

des continents ont été progressivement, les premières en diminuant et les autres en augmentant.

Nous aurions pu nous arrêter à faire voir la concordance entre l'ordre de succession des flores et les modifications qu'a dû subir théoriquement la composition de l'atmosphère ; mais nous aurons à nous occuper aussi de cette question en parlant de la vie animale antédiluvienne ; c'est pourquoi nous l'avons réservée.

Notions sur les faunes antédiluviennes et conséquences au point de vue de la géogénie.

Les faunes qui se sont succédé à la surface de la terre aux divers âges géologiques, sont encore mieux connues que les flores successives. On peut ainsi faire sur les organisations animales une étude de comparaison semblable à celle qui a été faite sur les végétaux et même la faire moins incomplète. Aussi on pourrait arriver à un plus grand nombre de divisions bien caractérisées des terrains de sédiment par l'emploi des caractères des animaux fossiles que par celui des caractères des végétaux antédiluviens. Même les vingt-cinq étages dans lesquels on partage l'ensemble des terrains neptuniens, seraient suffisamment définis par les espèces d'animaux dont ils renferment les débris, tandis que les restes végétaux et la constitution minérale seuls ne suffiraient pas à remplir le même objet ou au moins laisseraient de l'incertitude dans beaucoup de cas. Nous n'entrerons pas toutefois dans le détail de l'étude de toutes les organisations animales successives et nous ne nous arrêterons qu'aux grandes divisions.

Pour les animaux, comme pour les végétaux, l'ap-

parition des marques que laissent des êtres d'une organisation extrêmement simple. Puis la transformation des organismes, à mesure que les terrains se succèdent, se fait lentement, de proche en proche, d'un étage au suivant, jusqu'à celui de l'époque historique, c'est-à-dire de l'époque géologique actuelle. La faune donc, qui d'abord n'a aucune espèce d'analogie avec la nôtre, s'en rapproche peu à peu à mesure que les conditions de la vie animale diffèrent moins de celles d'aujourd'hui. Comme nous venons de le dire, l'apparition de la vie animale est marquée par des êtres d'un organisme extrêmement simple, dans lesquels les fonctions ne sont pas localisées ou rattachées chacune à un organe particulier; mais où, bien au contraire, toutes les parties du corps sont identiques. Plus vivement plus haut des êtres où le travail de la vie se divise et se partage entre un nombre d'organes de plus en plus grand, jusqu'à ce que chaque fonction ait son organe spécial. Mais laissons les détails, qui nous entraîneraient trop loin, et bornons-nous à considérer presque exclusivement l'apparition de ce grand groupe qu'on appelle l'*embranchement des vertébrés*, qui d'ailleurs mérite le plus de fixer notre attention, puisque l'homme appartient à cette grande division.

Dans les premiers terrains où la vie s'est manifestée, on ne rencontre nulle trace d'animaux vertébrés ni d'aucun animal à respiration aérienne. Ce sont d'abord des êtres d'une organisation simple, au milieu desquels on distingue les *trilobites*, crustacés singuliers, dont le corps se divisait en trois lobes. Cependant les animaux à vertèbres apparaissent bientôt, même dans les terrains de transition; ce sont d'abord exclusivement des pois-

sons, mais essentiellement différents de ceux d'aujourd'hui ; puis viennent des êtres d'une organisation extrêmement singulière et originale, qu'on a nommés *poissons sauroïdes*, parce qu'ils sont comme une transition entre les poissons et les sauriens. Tandis que les poissons proprement dits respiraient un air dissous dans l'eau, les sauroïdes avaient une respiration mixte en partie branchiale et en partie pulmonaire. De même que les trilobites caractérisent les premiers terrains métamorphiques, les poissons singuliers dont il a été question, les terrains de transition moyens, de même les poissons sauroïdes caractérisent exclusivement les étages carbonifères. Les sauroïdes peuplaient les mers de ces étages, et on trouve leurs restes dans les couches contemporaines de celles qui renferment la houille et les autres charbons dits minéraux des étages métamorphiques supérieurs.

C'est à l'époque de la formation du terrain pénéen, qui sépare les étages houillers de ceux du terrain triasique, que correspond la première apparition des lézards ou des sauriens proprement dits. Ceux-ci étaient organisés moins imparfaitement que les poissons sauroïdes pour une respiration aérienne ; ils avaient même la respiration pulmonaire et auraient probablement été tués par l'air des âges précédents. Les premiers sauriens étaient des espèces voisines des iguanes et des monitors. Leur présence, jointe à l'absence d'ammonites, distingue suffisamment les trois étages pénéens des formations plus anciennes et de celles qui ont suivi.

Pendant la durée des formations triasiques, qui suivent immédiatement dans l'ordre chronologique, ont commencé à vivre les grands sauriens, et sont apparues pour la première fois les tortues, en même temps que

les ammonites. C'est aussi à cette époque qu'on rapporte l'apparition des oiseaux, indiquée seulement par des empreintes de pas dans des grès. Les caractères positifs dont nous venons de parler, joints à l'absence des bélemnites, suffisent à caractériser les formations triasiques.

C'est dans les terrains jurassiques qui se sont formés ensuite, qu'a eu lieu le règne des sauriens les plus grands et les plus voraces. Ces étages présentent en effet des types extrêmement variés de grands animaux de cet ordre. Ce sont des lézards terrestres de tailles gigantesques et de formes bizarres ; par exemple le mégalosaure, de 25 mètres de long, plus gros qu'un éléphant, couvert d'une cuirasse épaisse, rugueuse et très-dure ; puis ce sont des sauriens éminemment nageurs : par exemple le plésiosaure, au corps écailleux d'un poisson, de 12 à 15 mètres de long, nageant à l'aide de palettes digitées, ayant un long cou, semblable à un serpent, surmonté d'une tête plate et petite relativement, qui rappelle celle des lézards ; ce sont encore d'autres sauriens, organisés pour le vol, quoique cependant avec de grandes dimensions : tel était le bizarre ptérodactyle, dont une espèce ressemblait à une gigantesque chauve-souris, de plus de 2 mètres d'envergure, pourvue d'un grand et gros bec, armé de dents redoutables pour ses ennemis. A cette époque se montrent les premières bélemnites et aussi des mammifères, dont la classe, il est vrai, n'est représentée que par des masurpiaux de petites dimensions (*Didelphus Bucklandi*). Joignons à ce que nous venons de dire que la gryphée arquée est exclusive à l'étage liasique, la gryphée virgule aux étages oolithiques, et la formation jurassique se trouvera bien caractérisée.

Pendant la période crétacée, qui succède à la formation jurassique, les sauriens n'avaient pas beaucoup dégénéré ; mais on peut dire que ceux de l'époque où nous arrivons, offrent moins de variétés et ont, en général, des tailles moins colossales que ceux de l'époque précédente. Cependant on y trouve le gigantesque iguanodon, iguane herbivore vingt fois plus gros que ceux de nos jours ; le mosasaure ou animal de Mæstricht, monitor à palettes natatoires, dont la taille atteignait 9 mètres ; l'hylæosaure, lézard de 8 mètres, dont le dos était hérissé d'une crête osseuse dentelée. A cette époque se montrent pour la première fois les mammifères cétacés, mais on n'y trouve pas encore de mammifères terrestres d'ordres un peu élevés. On y signale des oiseaux palmipèdes et des échassiers, qui ne se sont pas montrés dans les étages inférieurs. Enfin la présence des ammonites, qui ne se montrent plus dans les formations moins anciennes, se joignant aux caractères précédents, la période crétacée se trouve complétement distinguée des autres périodes.

Nous arrivons à la période des sédiments supérieurs, auxquels nous joignons les alluvions anciennes ou le diluvium. Alors les mammifères des ordres plus élevés détrônent les sauriens et prennent à la tête de la création animale la place que ceux-ci y avaient longtemps occupée. Bien que la plupart des ordres d'animaux du diluvium n'aient pas survécu à la catastrophe qui nous en a séparés, notre faune compte cependant un certain nombre de ces ordres de la période précédente. Toutefois il est vrai de dire que l'ensemble des mammifères qui ont vécu dans le quatrième âge géologique, reçoit de quelques-uns d'entre eux un cachet tout particulier

d'originalité. Parmi eux citons le mammouth, proboscidien ou éléphant velu et à crinière, ayant de 5 à 6 mètres de haut, armé de colossales défenses contournées en dehors; citons encore le mégathérium de 3m,5 de hauteur sur 6 mètres de longueur, si remarquable par les plaques cornées qui cuirassaient son corps; citons le mégalonyx, espèce de paresseux plus grand que le bœuf; puis des ours de tailles gigantesques, des lions énormes etc.... Beaucoup des espèces de cette époque ne vivent plus aujourd'hui, bien qu'il en soit resté un certain nombre, et même certains ordres n'ont pas survécu à la catastrophe qui a séparé l'époque des alluvions anciennes de celle des alluvions modernes. Toutefois la faune de la première de ces époques se rapproche beaucoup de celle de l'autre, et l'organisme animal ne paraît pas beaucoup moins varié dans celle-là que dans celle-ci. On peut les distinguer en particulier par ceci que les paléothériums, les dinothériums, les mastodontes, les mammouths etc. sont exclusifs à la plus ancienne des deux, et que, comme le veut la tradition écrite, l'homme n'est apparu sur la terre que depuis l'origine des formations alluviales modernes.

Nota. Des découvertes relativement récentes inclinent à donner à l'homme une origine plus ancienne que celle que lui attribue la tradition et que lui reconnaissaient les géologues. Nous aurons, dans une autre circonstance, à revenir sur ces découvertes, qui paraissent rendre incontestable une plus grande ancienneté de l'homme sur la terre. Ainsi on peut réserver le caractère relatif à son apparition, pour définir les alluvions modernes : les autres caractères que nous avons énoncés, suffisent d'ailleurs à rendre cette définition complète.

Conséquences qui découlent de l'ordre d'apparition des êtres vivants.

L'ordre de l'apparition des animaux, en nous bornant à ce que nous avons cité à ce sujet, donne lieu aux mêmes conséquences que la considération des flores successives; la justesse de ces conséquences est rendue plus frappante encore par la comparaison des développements simultanés des deux séries d'êtres vivants. Les phases par lesquelles passent progressivement les organismes animaux et végétaux, trouvent leur explication très-naturelle dans leurs modes respectifs de respiration, lorsqu'on rapproche ces modes de respiration des conditions de température et de composition par lesquelles a passé successivement notre atmosphère terrestre.

On sait en effet que, par la respiration, sous l'influence de la chaleur et de la lumière, les plantes s'assimilent le carbone de l'acide carbonique, et que la vigueur de la végétation croît en proportion de la quantité de carbone assimilé. On sait aussi que, dans les animaux, la respiration a pour effet principal d'emprunter de l'oxygène à l'air inspiré, et de produire par expiration de l'acide carbonique, et qu'ainsi ce dernier gaz est méphitique ou irrespirable pour les animaux. De cette double définition il suit qu'une atmosphère plus riche en acide carbonique, avec des conditions convenables de lumière et de température, doit être très-favorable à un grand développement des végétaux, mais ne pas convenir à la vie animale, n'être possible aux animaux que dans les conditions d'un organisme spécial. Donc, si la végétation, si luxueuse dans les premières époques, a donné ensuite des plantes à dimensions de moins en

moins grandes par la taille, si, d'un autre côté, la faune, d'abord pauvre en animaux à respiration d'un air oxygéné, a vu s'accroître progressivement les êtres à qui convient un air de cette nature, on est en droit de conclure que l'atmosphère, d'abord fortement chargé d'acide carbonique, a perdu peu à peu de ce gaz, en même temps que la température s'est progressivement abaissée.

Cela posé, contentons-nous de rappeler l'ordre d'apparition des animaux de l'embranchement des vertébrés. Les premiers animaux de cet embranchement qui sont apparus, sont ceux dont l'appareil respiratoire est le mieux approprié à la vie dans une atmosphère impure; ce ne sont, en effet, d'abord que des poissons, organisés pour respirer un air dissous dans l'eau. Ensuite, à mesure que, par la respiration végétale, l'atmosphère se purifie en perdant peu à peu de l'acide carbonique, on voit arriver des poissons sauroïdes, qui devaient avoir la respiration en partie aérienne; puis des lézards, êtres moins imparfaitement organisés pour vivre dans l'atmosphère. Plus tard, lorsque la végétation luxuriante de la première période a rendu l'air moins méphitique encore, la terre se peuple de sauriens proprement dits, de ces sauriens aux formes monstrueuses et si puissants par leurs masses colossales, qui semblent se maintenir les rois de la création pendant toute la durée des formations dites des terrains secondaires. L'atmosphère cependant continue de perdre peu à peu du gaz méphitique, devient de plus en plus propre à l'entretien de la vie des vertébrés d'ordres supérieurs, et alors après les mammifères cétacés se montrent les mammifères proprement dits; ceux-ci arrivent à dominer en nombre parmi les vertébrés, et à prendre à la tête de la création la place qu'y

avaient occupée si longtemps les grands sauriens qu'ils détrônent. Enfin est apparu l'homme, à une époque géologique dont la détermination précise n'a pu être encore faite d'une manière incontestable. Nous savons, par la chronologie des végétations successives, que la vie végétale a suivi, ce qui devait être, une marche sensiblement inverse, au moins à certains points de vue : les classes de plantes dont nous admirions les dimensions remarquables pendant les premières périodes végétales, ont été s'amoindrissant progressivement, ou plutôt ont été successivement remplacées par des classes analogues à dimensions de moins en moins remarquables, et ont même fini par n'être représentées que par des espèces naines et rabougries.

On le voit, par ce résumé rapide, que, de même que l'ordre d'apparition des végétaux, celui des animaux s'accorde avec la composition minéralogique, avec la structure de l'écorce terrestre, pour rendre probable la théorie géogénique que nous avons exposée. Nous pouvons rigoureusement conclure de l'observation des transformations subies progressivement ou successivement par les êtres des deux règnes vivants, que, depuis une certaine époque, la température s'est abaissée à la surface de la terre. Or pourquoi ne pourrions-nous pas induire de là que, antérieurement à l'époque de la manifestation de la vie, il y avait eu déjà abaissement de température ? Rien ne nous semble plus logique. En remontant ainsi, nous arrivons à admettre que la température a dû être dans le passé telle que notre terre se trouvait incandescente et même fluide. Ce point de départ étant admis, il ne nous resterait qu'à redire les conséquences que nous en avons déjà tirées, pour expli-

que [illegible] la constitution actuelle de [illegible]

[illegible] une parenthèse, qu'[illegible] s'éloignent un peu de [illegible] d'opinion sur le mode [illegible] ces apparitions [illegible] de familles, de [illegible] dans les diverses [illegible] ne saurait entrer [illegible] question et de re[illegible] par des créations [illegible] et simulta[illegible] vivantes, ces [illegible] trouvaient les [illegible] encore si un [illegible] d'animaux étant [illegible] progressivement [illegible] leur orga[illegible] successivement aux [illegible] se trouvaient placés. [illegible] question en traitant de [illegible]. Nous n'avons pas davantage à nous [illegible] qui partage les natu[illegible] qu'il y a eu perfectionnement [illegible] tandis que les autres soutiennent [illegible] au moins différente. Nous dirons sur ce der[illegible] que la question n'est pas entendue par tous de la même manière et que la division entre les savants résulte de ce qu'on ne s'accorde pas sur la définition du perfectionnement ou de la perfection dans les êtres vivants. Il nous semble que le plus de perfection d'un organisme doit résulter de sa meilleure appropriation aux condi-

tions dans lesquelles il est destiné à fonctionner et à vivre. C'est sans doute en prenant ce point de vue qu'on a pu nier le perfectionnement progressif des êtres successifs; car à toutes les époques, comme dans la nôtre, les animaux et les végétaux ont dû avoir une organisation en rapport avec les circonstances des milieux où ils étaient destinés à vivre.

Lorsque les conditions ont changé, ou bien les organes se sont modifiés peu à peu de façon à s'approprier aux circonstances nouvelles, ou bien les êtres pour lesquels la vie était devenue impossible dans le nouvel état des choses, ont disparu pour faire place à d'autres, quel que soit le mode d'apparition de ceux-ci. Il est un sens cependant qui prête à dire qu'il a y eu perfectionnement des êtres depuis l'origine de la vie jusqu'à l'époque actuelle, c'est celui où l'on entend par plus grande perfection des êtres vivants la plus grande division du travail de la vie, l'appropriation d'un plus grand nombre d'organes à des fonctions spéciales et par suite la localisation de ces fonctions. Ainsi on pourra donner raison aux uns ou autres des naturalistes qui admettent ou n'admettent pas le perfectionnement successif des êtres, suivant qu'on adoptera telle ou telle définition de ce qu'on entend par perfection des organismes. Fermons ici notre parenthèse peut-être un peu longue, et revenons à notre question.

Il paraît donc à peine contestable que la terre ait été primitivement une masse à l'état de fusion ignée, même à l'état d'un fluide gazéiforme. Par le refroidissement au milieu d'un espace illimité à basse température, il s'est formé bientôt au centre un *noyau* liquide, qui s'est successivement accru de toute la matière susceptible de

passer à cet état, dans les conditions de température qui sont survenues; puis, le refroidissement continuant, le noyau liquide s'est recouvert d'une couche solidifiée, qui, d'abord mince, a pris ensuite une épaisseur de plus en plus grande. Sous la double influence d'une forte pression et d'un abaissement progressif de la température, des eaux plus ou moins impures se sont déposées dans les dépressions de la surface. Agitées et d'ailleurs corrosives, ces eaux ont attaqué les roches cristallines et ont formé sur leurs fonds des dépôts stratifiés qui s'augmentaient du travail de certains animaux et des débris de toutes sortes d'êtres vivants, en même temps que l'atmosphère d'alors, lourde et corrosive, agissant sur les roches submergées, en détachait des blocs ou des débris que les eaux pluviatiles entraînaient dans les dépressions du sol.

Tous les terrains, joviens, neptuniens ou plutoniens, ont été bien des fois disloqués, bouleversés, mélangés par les effets divers de la réaction sur eux du liquide bouillonnant qu'ils emprisonnaient. Aussi la croûte extérieure du globe a une structure fragmentaire très-irrégulière, et on y voit en contact immédiat des roches qui par leur formation appartiennent à des âges très-différents. Au-dessus de tout, baignée par l'atmosphère, s'est formée et se forme encore de nos jours une couche dont l'épaisseur grandira à partir de sa base jusqu'à ce qu'un nouveau cataclysme vienne mettre un terme à la période géologique à laquelle nous appartenons.

Lorsque nous avons donné en nombre de degrés thermométriques l'expression de la température centrale du globe, nous n'avons pas prétendu attribuer à ce nombre un caractère d'exactitude ou même de grande approxi-

mation. Beaucoup de circonstances inconnues ou dont la valeur ne saurait être estimée, peuvent exercer une influence notable sur les lois qui conduiraient au résultat réel. Mais, quoi qu'il en soit de ce nombre de degrés, la température intérienre du globe doit être, paraît-il, considérablement élevée, et la terre est assimilable au corps hypothétique dont nous avons parlé précédemment. Ainsi notre planète est un système composé d'une masse fluide intérieure, dont la température est très-élevée, et d'une enveloppe extérieure, relativement fort mince et peu dense, si on la compare au rayon et à la densité de la masse ignée. Ajoutons que l'enveloppe solide a reçu et retient dans ses dépressions superficielles et dans ses cavités intérieures, une quantité notable d'eaux douces et d'eaux salées, et qu'enfin sur toute la surface, terre ou eau, s'appuie une couche gazeuse de 7 à 8 myriamètres d'épaisseur, qu'on appelle *atmosphère*. Nous n'aurons d'ailleurs à nous occuper que très-peu ici de l'eau et de l'air.

L'enveloppe solide ayant en épaisseur tout au plus 1 p. 100 de la longueur du rayon du liquide igné, est relativement aussi mince qu'une feuille de papier ordinaire par rapport à une orange. Puis encore la détermination de la densité moyenne du globe, rapprochée de celle des matériaux qui constituent ensemble la portion connue, a établi, comme nous l'avons vu, que le noyau central fluide est spécifiquement beaucoup plus dense que l'enveloppe solide. On conçoit dès lors que la croûte doive offrir une résistance inefficace à empêcher les effets de mouvements des parties de la mer intérieure ou les changements de forme que des actions mécaniques puissantes pourraient produire dans le liquide qui remplit la

capacité interne. Que ce liquide ait une forme permanente, la croûte persistera dans la configuration que lui donne le noyau sur lequel elle doit s'appuyer; mais que, sous des forces quelconques, le noyau vienne à changer de forme, la croûte se moulera plus ou moins exactement sur ces formes successives et les accusera à mesure qu'elles se produiront. En outre les déformations de l'enveloppe solide seront généralement lentes ou brusques, suivant que celles de l'intérieur auront l'un ou l'autre de ces caractères.

Non-seulement le peu d'épaisseur, mais encore la composition et la structure de la croûte solide en font une enveloppe très-peu résistante. L'étude des terrains nous a en effet appris que, dans toute la portion jusqu'à présent explorée, notre sol est composé de matériaux hétérogènes, en couches ou en masse plus ou moins friables, faiblement adhérentes les unes aux autres, pour ainsi dire juxta-posées suivant des surfaces qui présentent toutes sortes de directions, et offrent de très-nombreuses fractures et de fréquentes dislocations. Un tel ensemble, il est vrai, ne pourra se prêter à un moulage exact et accuser à chaque instant la forme du noyau; mais offrira-t-il une résistance assez énergique pour annuler de puissantes actions mécaniques intérieures? Nous avons déjà donné à cette question une réponse négative. Si donc en réalité la matière en fusion, plus volumineuse et plus dense, vient à changer de figure, ce changement sera indiqué par une modification dans la forme générale de l'enveloppe. Mais eu égard à la structure pour ainsi dire imbriquée et par écailles de cette dernière, le mouvement général se traduira par des effets locaux de diverses natures. Ici un grand plateau, horizontal ou incliné, tournant autour d'un

axe donnera lieu à un exhaussement d'un côté, à un affaissement de l'autre; là de grandes masses seront soulevées à peu près verticalement, et d'autres en contact avec elles ou appuyées contre leurs flancs participeront plus ou moins de ce mouvement; en d'autres lieux il y aura des glissements; ailleurs encore des séparations de couches, des ruptures, des dislocations, produites par l'injection de la matière du noyau liquide. En un mot, les caractères des mouvements particuliers à chaque lieu dépendront de circonstances spéciales diverses dont il est sans doute impossible de faire l'énumération.

Toutes ces généralités étant prémises, nous allons passer en revue les diverses actions qui, sollicitant les éléments de notre planète, concourent à lui donner sa configuration générale ou bien tendent d'une manière permanente à modifier la forme actuelle.

CHAPITRE IV.

Oscillations diurnes ou marées du sol.

Nous avons vu que la terre peut être assimilée à l'un des corps hypothétiques que nous avons envisagés dans le § 2 du 1er chapitre, à un corps fluide intérieurement et recouvert tout autour d'une enveloppe incapable de résister efficacement aux modifications de formes que tendrait à prendre le noyau fluide. Mais notre planète tourne sur elle-même, exécutant, autour d'un axe qui passe par son centre de gravité, une rotation complète dont la durée prise pour unité dans la mesure du temps est appelée jour. Or une rotation détermine des actions centrifuges dont les énergies sont propor-

[illegible] des vitesses des poin[illegible] [illegible] : nulles sur l'axe et p[illegible] [illegible] à la surface, ont le [illegible] et des valeu[illegible] [illegible]. Ainsi la terre, [illegible] ne doit pas avoir [illegible] l'attraction centri[illegible] [illegible] qu'elle ait celle d'[illegible] [illegible] à un petit axe qui coï[illegible] [illegible]. Et nous savons qu' [illegible] ce qui est, nous l' [illegible] au moins à l'époque [illegible] cette planète se compos[illegible] [illegible] les uns par rapport a[illegible] autres.

En faisant [illegible] des aspérités de la su[illegible] face, pouvons-nous [illegible] que la terre ait une figure rég[illegible] lièrement [illegible] A-t-elle même une figure co[illegible] tamment invariable, [illegible] sens que tous les points [illegible] la surface conserveraient d'une manière permane[illegible] leurs distances respectives à un point central? Ou b[illegible] la régularité de figure ne serait-elle pas troublée [illegible] certaines causes capables de produire perpétuellem[illegible] des oscillations verticales des points de la surfac[illegible] Telles sont les questions qui vont nous occuper.

La terre n'a pas que son mouvement diurne: e[illegible] parcourt annuellement la circonférence d'une ellip[illegible] dont le soleil occupe un foyer. Or tout mouvement a[illegible] tour d'un centre donne lieu à des forces centrifuges. [illegible] paraît clair que l'effet de ces forces doit être ici de pr[illegible] duire un renflement au delà du centre et un aplatiss[illegible] ment en deçà sur la direction du rayon vecteur q[illegible]

joint le centre du soleil au centre de la terre. Mais pendant la rotation diurne, le rayon vecteur rencontre en vingt-quatre heures la surface terrestre suivant une double série de points qui appartiennent sensiblement à deux circonférences parallèles à l'équateur, et qui peuvent ou coïncider avec ce grand cercle ou s'en écarter de 23° 1/2 à peu près, chacune d'un côté. Par conséquent les lieux des déformations maxima dues à la cause qui nous occupe, doivent parcourir les circonférences dont il vient d'être question. Dès lors le mouvement de translation combiné avec celui de la rotation occasionnerait un changement continu, de valeurs variables, dans les positions des points de la surface terrestre par rapport au centre.

La cause que nous venons de signaler, n'a sans doute qu'un effet de peu de valeur, même aux lieux où cet effet est à son maximum. Elle a cependant son influence, influence réelle dont on conçoit l'existence, sans pouvoir l'apprécier; ses résultats doivent d'ailleurs être masqués par ceux dont nous allons parler. Nous arrivons en effet à considérer au même point de vue les conséquences qui résultent pour la terre de deux actions plus efficaces, la double attraction de la lune et du soleil. Ce sont les résultats de ces deux dernières causes qui méritent surtout de fixer notre attention.

L'attraction lunaire est, comme on sait, la cause principale du phénomène des marées, de cette dénivellation périodique des océans qu'on appelle *flux* et *reflux*. On ne peut guère se refuser d'admettre cette explication du balancement des flots, lorsqu'on voit le phénomène si bien d'accord, quant à sa marche, avec les positions relatives de notre satellite; si bien d'accord,

quant à son intensité, avec la loi des distances relatives de la lune. En effet, la vague met à monter ou à descendre le même temps que dure le quart d'une révolution apparente de la lune autour de la terre, et c'est aux époques du périgée et de l'apogée qu'ont lieu respectivement les marées de plus grande et de moindre hauteur.

Toutefois le soleil exerce évidemment sa part d'action dans la production du phénomène; car suivant les positions relatives des trois astres, soleil, lune, terre, on reconnaît que l'attraction solaire s'ajoute ou se retranche en tout ou en partie à celle de la lune. Mais nous n'avons pas à entrer ici dans les détails; il doit nous suffire d'avoir rappelé la cause générale des marées et la double manifestation du phénomène.

Si la croûte solide du globe supporte dans ses dépressions superficielles des océans neptuniens, nous savons qu'elle emprisonne de toutes parts un océan plutonien de masse incomparablement plus considérable. Sans doute, le liquide igné de l'intérieur, bien qu'à une température très-élevée, peut n'avoir pas la fluidité des eaux salées; probablement même, pâteux dans le voisinage de l'enveloppe, il a peut-être dans toute sa profondeur une certaine viscosité. Quoi qu'il en soit de son degré de fluidité, il est logique d'admettre que le noyau est à un état qui permet assez facilement les mouvements relatifs des parties dont il se compose. La viscosité ne saurait être un obstacle absolu à ces mouvements; elle peut tout au plus influencer la vitesse des déplacements et retrancher à l'amplitude de l'oscillation de la surface. Donc, si nous voyons les mers neptuniennes s'élever et s'abaisser successivement de part et d'autre d'un niveau moyen, nous sommes en droit

de conclure que sous les mêmes influences la mer plutonienne a aussi son mouvement de flux et de reflux. Au surplus, nous savons que la mince pellicule qui recouvre l'océan igné, n'est pas capable d'opposer une résistance efficace aux déformations que tendrait à prendre le liquide plus dense qu'elle emprisonne.

Bien que les éléments nous manquent pour fixer même approximativement l'amplitude de l'oscillation périodique, nous devons nous regarder comme fondés à croire que les marées du liquide igné ont une puissance d'assez grande valeur. Le flot plutonien court en effet sur une surface qui manque de rivages, sans rencontrer de côtes contre lesquelles il vienne buter et mourir. La croûte emprisonnante doit être, il est vrai, tapissée de volumineuses masses cristallines et être accidentée au moins autant qu'à l'extérieur; mais de cette circonstance ne doivent résulter que des modifications partielles dans le mouvement du liquide igné, modifications qui ne se font sentir qu'à des profondeurs relativement faibles. Il peut se faire qu'il en résulte un ralentissement et des divisions du courant général à la surface en courants partiels de directions plus ou moins obliques à celle du premier.

Ainsi, en admettant que la fluidité centrale soit une vérité, et l'hypothèse paraît difficilement contestable, un courant général doit exister dans une profondeur plus ou moins considérable au-dessous de la surface de la mer plutonienne, se dirigeant plus ou moins obliquement vers le centre attractif, d'où émane la résultante des actions réunies du soleil et de la lune. Les obstacles que font les énormes cristallisations, qui sans doute tapissent la surface interne de la croûte, divisent le cou-

rant général en une multitude de courants partiels plus ou moins profonds, plus ou moins déviés sur une longueur plus ou moins considérable. En d'autres termes, il existe à la surface de la mer plutonienne un courant général composé d'une infinité de courants partiels, qui tous tendent vers un point situé quelque part vers ou dans les régions équatoriales. Dès lors la matière liquide affluant de deux côtés vers ce point, les deux systèmes de courants doivent faire que là, au lieu de leur concours, la matière s'accumule en plus grande quantité que partout ailleurs et y détermine un flot de hauteur maximum. Le point de concours dont il vient d'être question est d'ailleurs déterminé par l'intersection avec la surface terrestre du rayon vecteur mené du centre de la terre au point d'où émane la résultante des attractions, et, comme pour les marées neptuniennes, le point de la surface terrestre diamétralement opposé est aussi uu point d'afflux du liquide bouillonnant. Tandis que le maximum de hauteur n'a lieu qu'aux extrémités d'un même diamètre, il existe une infinité de lieux où se fait un minimum; car on conçoit que le minimum doit se produire sur toute la circonférence du grand cercle dont les lieux des maximum sont les pôles géométriques. Enfin, entre ces lieux où les altitudes du liquide igné prennent des valeurs extrêmes dans les deux sens, il se produit des altitudes de toutes les valeurs intermédiaires. Il résulte de là que si la résultante des attractions conservait un centre d'émanation qui fût fixe, il s'établirait bientôt un équilibre qui donnerait à la surface de la mer de feu une figure permanente, c'est-à-dire que chaque point superficiel, après avoir pris l'altitude qui lui conviendrait, persisterait dans cette altitude.

Mais le centre des attractions extérieures n'est pas fixe. De la rotation diurne de la terre il résulte qu'en 24 heures à peu près le point d'application de la résultante des attractions lunaires et solaires semble tourner autour de la terre, comme le soleil et la lune semblent eux-mêmes tourner autour de nous. Ainsi les points de concours des systèmes de courants des hémisphères qui ont pour pôles ces points, tournent dans le même espace de temps, décrivant de part et d'autre de l'équateur deux circonférences sensiblement parallèles à cette ligne, en même temps que la circonférence des lieux de hauteurs *minima* tourne autour d'un diamètre perpendiculaire à la ligne des *maxima*. Par conséquent, chaque point d'un exhaussement *maximum* ou *minimum*, chaque point où l'altitude de la surface du liquide prend une valeur quelconque, parcourt dans à peu près un jour une ligne de la surface qui se rapproche de celle d'une circonférence qui n'est pas très-inclinée par rapport à l'équateur.

Nous venons de dire que chaque flot plutonien parcourt à peu près une circonférence terrestre pendant une période que nous avons appelée *jour;* mais il faut comprendre que c'est du jour lunaire que nous avons entendu parler, puisque c'est l'attraction de notre satellite qui est la cause principale du phénomène, comme dans les marées neptuniennes. Ainsi comme le jour lunaire est, en temps solaire moyen, de 24 heures 50 minutes 28 secondes, c'est à cet espace de temps que nous devons assigner la durée d'une période complète du phénomène des marées de l'océan de feu.

Quant aux époques où, pour un même lieu, l'oscillation aura respectivement la plus grande ou la moindre

amplitude, elles correspondraient à celles où les marées neptuniennes atteignent les mêmes degrés de hauteur, puisque les unes et les autres reconnaissent les mêmes causes. Pour les unes comme pour les autres, les *maxima* et les *minima* se feront aux époques de l'année où la résultante des attractions aura elle-même sa plus grande et sa moindre valeur, c'est-à-dire respectivement aux syzygyes et aux quadratures. Toutefois, nous devons le reconnaître, les faits de dénivellation de la mer de feu auront, avec ceux de même ordre qui se produiraient sur une mer aqueuse de même volume, des différences qui seront dues surtout à la grande viscosité possible du liquide igné superficiel. Ces différences devront consister en un retard plus grand de la manifestation de l'effet sur l'instant de l'action de la cause et probablement aussi en une moindre amplitude de l'oscillation.

La croûte solide du globe peut être considérée comme si elle s'appuyait de toutes parts, d'un contact immédiat, sur la surface de la mer bouillonnante qu'elle emprisonne ; d'un autre côté, cette croûte ne peut empêcher d'une manière absolue, mais seulement gêner les déformations superficielles de la mer plutonienne ; car, répétons-le encore, le peu d'épaisseur et la structure de l'écorce terrestre la rendent faiblement résistante, vu que d'ailleurs la matière en fusion, de plus grande densité, a ainsi une masse incomparablement plus considérable. La croûte solide du globe doit donc, disons-nous, suivre, dans le sens de la verticale, en chaque région tous les mouvements de la surface liquide qui la porte ; ou bien encore, de même que l'Océan, de même que l'atmosphère, de même que la mer bouillonnante intérieure, le sol terrestre a ses marées.

Ainsi, dans chaque période de temps, de 12 heures 25 minutes 14 secondes, le sol d'une région *quelconque* est successivement et progressivement soulevé, puis affaissé. Mais l'amplitude du mouvement dans le sens vertical est loin d'avoir dans toutes les régions géographiques la même valeur ; elle atteint son maximum dans des régions qui appartiennent à la zone torride et décroît de ces points jusqu'à d'autres qui en sont à 90°. Nous savons de plus que, pour un même lieu, la valeur de l'amplitude n'est pas constante, mais qu'elle varie au contraire avec les positions relatives de la terre, de la lune et du soleil ; que le maximum a lieu aux syzygyes, le minimum aux quadratures, et qu'aux époques intermédiaires l'effet est d'une valeur moyenne entre ces valeurs extrêmes. En un mot, les variations des marées du sol obéissent à des lois qui sont semblables à celles qui régissent les marées des océans.

L'existence des marées montantes et descendantes de la mer plutonienne et du sol nous semble théoriquement établie; elle nous paraît la conséquence logique de principes certains appliqués à des observations qui méritent confiance. Dès lors l'acceptera-t-on, lors même qu'on ne pourrait en donner aucune preuve physique ? On n'a pas attendu la belle démonstration de M. Foucault pour expliquer par la rotation de la terre l'alternative des jours et des nuits. Cependant, comme quelques-uns contestent encore que le globe soit fluide à l'intérieur, la vérification physique du fait serait d'un grand intérêt. Mais une telle vérification est-elle possible ?

D'abord rien dans le mouvement en lui-même ne saurait avertir l'homme de son existence, puisqu'il doit se faire avec lenteur et sans secousses. Pour le consta-

ter, il faut de toute nécessité recourir à l'observation de phénomènes secondaires, à l'observation d'effets ou de portions d'effets qui peuvent devoir leurs causes à ces oscillations. Parmi ces effets il en est un qui se présente facilement à l'esprit, c'est la variation du rayon de courbure d'un arc de longueur linéaire constante. On conçoit que ce rayon doit diminuer lorsque se produit le renflement et augmenter lorsque succède ensuite l'aplatissement. Dès lors la flèche de l'arc sphérique compris entre deux points considérés doit varier dans un sens opposé à celui de la variation du rayon, c'est-à-dire que la flèche doit augmenter ou diminuer suivant que le rayon de courbure diminue ou augmente. Il résulte de là qu'un point intermédiaire à deux autres doit prendre un niveau plus élevé par rapport à ceux-ci, lorsque ce point intermédiaire, après avoir été le lieu d'un aplatissement, devient celui d'un renflement. Mais les variations du rayon de courbure en un lieu sont des fractions très-petites de ce rayon, et ainsi les variations de la flèche d'un arc de longueur constante, qui passe par deux points déterminés, doivent être des longueurs très-peu considérables, si les points ne sont pas très-distants l'un de l'autre.

Un autre ordre de causes, qui contribuent à rendre très-délicates les observations dont nous nous occupons, dérivent de la structure imbriquée et par écailles de l'écorce terrestre; car cette structure peut occasionner des irrégularités locales dans le mouvement.

L'afflux et le reflux de la matière liquide sous un système d'*écailles* peuvent avoir pour effet, non-seulement de les soulever ou de les abaisser, mais de déterminer des rotations de quelques pièces de l'imbrication autour de

certains axes. De là se feraient un relèvement des roches tournantes d'un côté de l'axe et un abaissement du côté opposé. L'effet général de la marée montante ou descendante serait ainsi augmenté ou diminué d'un effet local, qui, dans le second cas, pourrait même masquer le mouvement général. On peut comprendre, d'après cela, que la dénivellation peut ne pas se manifester par un changement de niveau dans une certaine direction, bien que cette dénivellation existerait. De cette considération il faut conclure la nécessité de faire en chaque station des observations dans des directions différentes, si l'on veut pouvoir en déduire une opinion sur l'existence ou l'absence du mouvement du sol.

Cela posé, à cette question, la manifestation physique des marées du sol est-elle possible, nous répondrons que, malgré les difficultés et la délicatesse de l'observation, nous croyons à l'affirmative, pourvu que l'observateur se place dans les conditions les plus convenables et s'entoure de tous les éléments qui constituent la précision. C'est incontestablement vers les régions équatoriales que ce genre de constation aurait le plus de chances de succès, parce que c'est nécessairement en ces régions que, toutes choses égales d'ailleurs, le mouvement doit être le plus marqué. Mais il est possible que l'observation donne des résultats mesurables même sous des latitudes moyennes, si l'on se place en des points où l'on puisse découvrir au loin dans un certain nombre de directions différentes. Peut-être aussi doit-on prendre de préférence des stations situées au milieu de sols accidentés ou tourmentés par de violents cataclysmes dans les âges géologiques passés, par exemple sur l'arête d'une chaîne de montagnes ou au centre d'un soulèvement rayonné.

Enfin le choix des époques a aussi son importance évidente. On devra donner la préférence à celles où les marées des eaux salées ont la plus grande amplitude ; car, nous le savons, c'est aux mêmes époques, à quelque retard près, que la mer ignée doit avoir les marées de plus grande valeur, et que, par suite, on pourra plus facilement reconnaître l'existence des mouvements oscillatoires de la terre ferme, si la réalité de ces mouvements peut être constatée physiquement.

Entrons dans quelques détails sur un procédé applicable à l'observation dont il s'agit. Concevons qu'on ait fixé la position du niveau d'un lieu par rapport à d'autres situés autour de lui, à d'assez grandes distances, au moyen de lignes de visées passant par des points de repères fixes du lieu d'observation. Qu'on emploie, par exemple, pour assurer les visées, des tubes droits à parois opaques, des tubes métalliques, n'offrant qu'une petite ouverture à l'une des extrémités et munis à l'autre d'un système de deux fils croisés. Chaque tube pourra être fixé, lorsque le rayon visuel, passant par l'ouverture oculaire et le croisement des fils opposés, rencontrera un point de repère le plus éloigné qu'on pourra prendre. Nous devons faire remarquer qu'il n'y a pas nécessité à ce que les tubes soient horizontaux, et que leurs directions doivent être déterminées uniquement par les positions des points de repères. Nous avons dit d'ailleurs pourquoi il est bon d'installer plusieurs tubes, et de fixer des lignes de visées dans plusieurs directions. Nous avons eu occasion, en effet, d'appeler l'attention sur ceci que la dénivellation peut être fortement influencée par des circonstances locales.

Les tubes étant fixés dans les conditions que nous

venons de dire, supposons que par un afflux de matériaux souterrains il se produise un renflement du sol dans le lieu de la station. Le rayon de courbure de l'intersection de la surface extérieure par le plan vertical d'une ligne de visée prendra une plus grande longueur; l'arc double de celui qui va de la station au point de repère correspondant conservant sa longueur linéaire, la corde de cet arc diminuera et sa flèche augmentera. Ainsi la station s'élèvera au-dessus de sa position première, et on verra la ligne de visée s'élever au-dessus du point fixe éloigné. S'il se fait, au contraire, un retrait de matériaux souterrains, et qu'il y ait affaissemment de la station, à l'affaissement correspondra un applatissement au même lieu et par suite une augmentation dans la longueur du rayon de courbure. On conçoit qu'alors, l'arc conservant sa longueur linéaire, la flèche diminuera et la ligne de visée passera au-dessous du point de repère.

Toutefois, ce ne serait qu'après un certain nombre d'observations qu'on pourrait s'autoriser à se prononcer sur les conséquences; car la réfraction, par exemple, ou un faible dérangement d'un des tubes, pourrait très-bien induire en erreur. Au reste, l'un des caractères essentiels du phénomène à reconnaître, c'est qu'il doit obéir à une loi de périodicité. Les résultats de l'observation ne seront donc décisifs que si l'on peut constater cette périodicité dans les effets même apparents. De là résulte la nécessité que les observations soient multipliées et suivies pendant un assez grand nombre de jours consécutifs.

Nous avons à plusieurs reprises essayé le mode d'observation que nous venons de décrire, avec les condi-

tions d'instruments et d'orientation dont nous avons parlé dans cette description. La station était dans chaque cas l'un des sommets de la chaîne des Vosges qui limite la vallée d'Alsace du côté opposé au Rhin. Nos points de repères étaient pris dans la plaine, sur la chaîne même des Vosges et sur les monts du pays de Baden ou sur ceux de la Suisse. à des distances qui n'étaient pas moindres que 40, 50 ou 60 kilomètres et plus encore. Nous avons pris, pour fixer nos lignes de visées, toutes les précautions dont nous pouvions disposer en vue de les garantir contre un dérangement. Malheureusement nous n'avions à dépenser chaque fois qu'un nombre d'heures trop restreint; aussi nous ne disons qu'avec beaucoup de réserve les résultats de nos essais trop peu multipliés et trop peu prolongés dans chaque cas.

Donc nous avons *cru* reconnaître l'existence du mouvement que nous soupçonnions assez grand pour se manifester à la vue. Les points de repère éloignés nous ont *paru* passer à diverses reprises tantôt au-dessus, tantôt au-dessous des lignes de visées. Un jour entre autres d'une station au pied du Hoh-Kœnigsburg, un point blanc, probablement la cheminée d'un maison d'un mont situé dans le voisinage des glaciers suisses, nous a *paru* s'abaisser *très-sensiblement* pendant une partie de la durée de notre observation, puis se relever ensuite et monter au-dessus de la ligne de visée.

Toutefois, hâtons-nous de le dire, les mouvements *apparents* ont été trop faibles dans chaque cas pour que nous osions affirmer que nous n'avons pas pris une illusion pour une réalité trop vivement recherchée et même *désirée*. — Puis le procédé d'observation dont nous avons usé, les instruments que nous avons employés, le mode

de fixation de ces instruments, offrent-ils toutes les garanties de précision désirables en pareil cas? Ne peut-il être arrivé que, sous l'action d'une température qui a nécessairement varié pendant la durée de chaque observation, les tubes aient subi une déformation? Et les fils d'attache, soumis aux influences hygrométriques, n'ont-ils pu aussi apporter leur part d'erreur? Il est à désirer donc que les expériences soient reprises et plus longtemps continuées : c'est ce que nous nous proposons de faire, et nous dirons dans l'une des *études* suivantes les résultats que nous auront fournis nos nouvelles observations.

Mais le baromètre qui, par les variations de hauteur de sa colonne mercurielle, fait apprécier les variations des altitudes, pourrait-il être pris ici pour indicateur des mouvements du sol? A l'aide de cet instrument on a su déterminer, en effet, les altitudes par rapport au niveau de la mer de beaucoup de points géographiques, et l'approximation du résultat a été reconnue satisfaisante, lorsque d'autres procédés de mesure ont pu servir de moyens de vérification. Malheureusement, les indications de l'instrument ni les formules appliquées à ces indications ne sont applicables à la constatation ni à la mesure des mouvements qui nous occupent. Bien que la hauteur de la colonne barométrique soit soumise à des oscillations diurnes dont l'amplitude est comprise entre $0^m,002$ et $0^m,003$ dans la zone torride ; bien que cette amplitude décroisse à mesure que la latitude augmente, comme le voudrait notre théorie, si les mouvements du baromètre étaient la conséquence de ceux du sol, nous n'osons rien en conclure relativement à l'existence et à l'amplitude de l'oscillation verticale de la

croûte. Il peut se faire que cette oscillation ait sa part d'action dans la production du phénomène barométrique; mais quelle serait cette part? L'atmosphère est soulevée par le sol qui la porte, et s'abaisse avec lui; l'atmosphère est aussi soumise à des marées dont les flux et les reflux peuvent, pour les époques, coïncider ou ne pas coïncider avec le flux ou le reflux de l'océan plutonien, et ainsi le problème est extrêmement compliqué. Nous ne disons même rien de ce que dans les variations de la hauteur barométrique on a semblé reconnaître le jour solaire pour la durée de la période : peut-être, si les observations étaient reprises sans idée préconçue, reconnaîtrait-on que c'est le jour lunaire qui marque cette durée.

Les faits barométriques donc ne peuvent être invoqués en faveur de notre thèse des oscillations du sol sous l'action de courants; mais nous avons à faire un rapprochement au moins singulier entre la direction de l'aiguille aimantée et celle des courants plutoniens de notre théorie. Les physiciens ont reconnu que la plupart des actions physiques et chimiques sont des sources d'électricité, et que, d'un autre côté, une aiguille aimantée, soumise à l'influence d'un courant d'électricité, tend à prendre une direction perpendiculaire à celle de ce courant. Cela posé, l'existence des courants mécaniques des mers internes étant admise, pourra-t-on se refuser d'admettre aussi qu'il se développe de l'électricité au contact de la matière bouillonnante avec la croûte superposée? Il semble, en effet, que des frottements, des agitations, de tous les phénomènes physiques et chimiques, conséquences du mouvement, doive résulter un développement successif d'électricité, qui, suivant la vague plutonienne,

peut produire une apparence de courant électrique de même direction. Ainsi le courant électrique, de même que le courant mécanique, sensiblement parallèle à l'équateur dans les régions torrides, serait de plus en plus oblique à ce cercle, à mesure que la latitude augmente, soit dans l'un soit dans l'autre hémisphère géographique. Mais, tandis que le courant de l'hémisphère boréal dévierait de la ligne E. O. vers le S., celui de l'hémisphère austral dévierait de la direction E. O. vers le N. Si donc la direction de l'aiguille aimantée était régie par le courant de la marée plutonienne, cette aiguille devrait prendre dans les régions équatoriales une direction peu différente de la parallèle à l'axe de la rotation ; à des latitudes de plus en plus élevées, soit dans l'hémisphère nord soit dans l'hémisphère sud, la direction devrait dévier de plus en plus du parallélisme à l'axe de la rotation, et les déviations devraient se faire dans deux sens opposés pour les deux hémisphères.

N'est-il pas remarquable, si l'on fait abstraction des perturbations, que les faits de la déviation réelle de la boussole s'accordent avec les prévisions de notre théorie des marées internes? Ainsi l'équateur magnétique ou le lieu des points sans déclinaison, et celui des points sans inclinaison, sont dans la zone torride, et les déclinaisons, aussi bien que les inclinaisons de l'aiguille aimantée, vont croissant à mesure qu'on s'avance vers les pôles terrestres.

Tel est le rapprochement singulier que nous avons cru devoir signaler à l'attention. Nous avons fait abstraction des perturbations ; mais un grand nombre de ces exceptions à la généralité ne trouveraient-elles pas leur explication dans des courants partiels mécaniques, divi-

sions du courant plutonien général? Au surplus, nous avons voulu surtout, en émettant l'idée, la livrer à la discussion des hommes compétents. — Et puisque nous venons de parler du magnétisme terrestre et de la direction de la boussole, qu'il nous soit permis de dire ici *que les déclinaisons de l'aiguille aimantée diffèrent pour des lieux dont les latitudes sont peu différentes, de quantités souvent beaucoup plus grandes qu'on ne l'admet communément :* les différences peuvent s'élever à *quelques degrés*, lorsqu'on les soupçonne seulement de *quelques minutes*. — Cette remarque nous est suggérée par les résultats de mesures directes; d'où nous concluons que des observations intéressantes sont à faire, dans les limites mêmes de la France, sur la direction réelle de l'aiguille aimantée par rapport à la méridienne géographique.

CONCLUSIONS OU RÉSUMÉ.

Terminons ici l'*étude* sur les marées de l'Océan plutonien et du sol, et résumons.

Il nous semble à peine contestable que notre terre, d'abord gazeuse et à une température extrêmement élevée, est arrivée à son état actuel en passant par toutes les conditions intermédiaires d'état physique et de chaleur. Aujourd'hui encore le refroidissement de notre planète se continue et sa température propre s'abaisse; mais *ce n'est pas de cette cause* que pourrait nous venir, avant des milliers de milliers de siècles, un climat rigoureux comme celui des Lapons. Il résulte en effet des calculs du savant Fourrier que, dans les conditions actuelles, un abaissement de 0°,1 dans la température propre exigerait des centaines de siècles, et en outre le refroidissement, d'après une loi connue, va se ralentissant.

Toutefois les causes qui ont concouru à donner ses reliefs successifs à la surface terrestre n'ont pas aujourd'hui cessé leurs actions respectives. D'abord nous voyons les causes neptuniennes ou aqueuses et joviennes ou atmosphériques augmenter de bas en haut l'épaisseur de la croûte dans les dépressions du sol; les courants des eaux pluviales, avec l'aide des alternatives du froid et de la chaleur, des alternatives de l'humidité et de la sécheresse, transportent des hauteurs dans les plaines des débris des roches des montagnes; les fleuves charrient et amènent dans les lacs ou à la mer des quantités énormes de détritus des trois règnes, qui font dans les bas-fonds de puissantes couches stratifiées. D'autre part,

le refroidissement, quoique ralenti, ne se continue pas moins et ajoute à la surface interne de la croûte des cristallisations qui l'épaississent de haut en bas, et le liquide bouillonnant interne n'a pas renoncé à sa lutte contre les parois qui essaient de l'emprisonner.

Les marées déterminées par l'attraction lunaire surtout, qui agitaient primitivement la surface libre de la mer de feu, continuent sans doute à l'agiter encore. Donc aussi la croûte solide, si peu épaisse, si peu dense relativement et par suite si peu résistante, suit les mouvements verticaux de la surface de la mer plutonienne, et deux fois par jour lunaire, comme la surface de nos océans, le sol qui nous porte monte et descend avec lenteur et sans secousse. Néanmoins, par sa continuité, ce mouvement doit préparer dans la pellicule imbriquée la facilité de ces désordres, de ces dislocations que viennent y occasionner les causes violentes.

Par la raison que les formations ont été troublées par de fréquents cataclysmes, il existe au-dessous de la surface, parmi les masses constituantes des terrains, de nombreux vides où se rassemblent les eaux météoriques, de nombreux canaux où elles s'écoulent de l'un à l'autre des réservoirs souterrains. Ce sont ces réservoirs qui alimentent les puits artésiens; ce sont ces canaux qui, débouchant au jour de l'atmosphère, font les sources de nos rivières et de nos fleuves. Ainsi, outre que la surface terrestre est sillonnée de cours d'eau, outre que les mers en occupent près des quatre cinquièmes avec une profondeur moyenne de plusieurs kilomètres, le sous-sol est criblé, comme une éponge, de cavités de toutes formes : il a ses fleuves, il a ses lacs, il a ses mers. Mais les parois inférieures de ces réservoirs, qu'ils

soient à ciel ouvert ou qu'ils soient souterrains, ne sont pas absolument imperméables à l'eau; aussi, en vertu de son poids, le liquide pénètre successivement à des profondeurs de plus en plus grandes. Dès lors une sorte de transsudation, une espèce de *sueur*, doit arriver jusqu'aux régions à température élevée, et s'y vaporisant former avec d'autres substances gazeuses une atmosmosphère très-lourde, continue ou interrompue, entre le liquide bouillonnant et son enveloppe solide. La transsudation devenant par une cause quelconque plus abondante, le sol s'élève; la transsudation perdant de sa valeur ou des vapeurs préexistantes s'échappant, le sol s'affaisse. Par ces causes on peut s'expliquer les faits de mouvements lents constatés et signalés en beaucoup de lieux.

L'agitation continuelle de la surface enflammée qui porte la lourde atmosphère interne ou sur laquelle s'appuient des régions de la croûte, les réactions physiques et chimiques au contact de cette atmosphère et des parois sont incontestablement des sources puissantes d'électricité. De là dans l'atmosphère souterraine des mouvements tumultueux, des tempêtes effroyables, avec des tonnerres dont quelquefois les mugissements se font entendre aux habitants de la surface. Que, sapée par une de ces tempêtes, la croûte vienne à s'entrouvrir au-dessous d'une mer ou d'un lac souterrain, que de grandes masses d'eau soient engouffrées dans la fournaise avec des roches aptes à donner des gaz, la tempête souterraine redouble de force et de furie, la croûte secouée violemment par la tension des vapeurs et des gaz renverse les villes, entr'ouvre les sols, fracasse les montagnes; les laves de la mer de feu, pressées violemment

et brusquement, s'élancent brusquement et violemment par les conduits et les crevasses voisines de la région tempêtueuse. Voilà pour expliquer les volcans, qui font une désolation de pays richement cultivés et carbonisent des villes; voilà pour expliquer les convulsions du sol, les tremblements de terre, qui, en quelques minutes, en quelques secondes, bouleversent toute une contrée, changent des cités florissantes en amas informes de décombres et ensevelissent des milliers d'habitants sous des ruines désolées.

Qu'on joigne aux causes précédemment énumérées le déplacement de l'axe de la rotation diurne dans l'intérieur de la terre, on aura tous les éléments de l'explication des phénomènes géologiques du passé; peut-être même est-ce là qu'il faut chercher aussi les mots des énigmes météorologiques du présent; et, suivant le poëte anglais, le passé n'est-il pas l'ombre de l'avenir? En un mot, l'histoire du passé, du présent, de l'avenir de notre planète se lie probablement d'une manière intime aux définitions rigoureuses et complètes du phénomène du déplacement de l'axe de la rotation diurne et de ceux qui résultent de l'existence d'une mer plutonienne.

NOTICE COMPLÉMENTAIRE.

Dans un précédent fascicule, sous le titre *Esquisse d'une étude sur les variations de latitude et de climat dans la région française et sur leur cause*, nous avons eu à nous occuper de la question du déplacement, dans l'intérieur de la terre, de l'axe de la rotation diurne de notre planète. Tout en avançant l'hypothèse de ce déplacement comme explication du fait de la précession des équinoxes, nous n'avons pas affirmé que ce fût une réalité : nous avons énuméré quelques considérations sur lesquelles on peut se fonder pour admettre *seulement la possibilité* de l'explication.

Nous n'ignorions pas que les géomètres qui ont traité mathématiquement la question, ont formulé des conséquences qui sont la négation de cette *possibilité;* mais, avons-nous dit, ce n'est pas *notre* problème qui a été résolu par ces savants. Les équations par lesquelles ils ont engagé la question s'appliquent à une masse qui serait tout entière à l'état solide, dont le centre de gravité persisterait à rester au même point de son intérieur. Notre terre est-elle assimilable à un tel corps ? Non, assurément. C'est ce que nous avons cherché à établir dans l'étude que nous publions aujourd'hui. En outre de ce que notre sphéroïde est entouré d'une atmosphère, en outre de ce que ses dépressions superficielles reçoivent de vastes océans, ce sphéroïde emprisonne dans une croûte solide une mer plutonienne d'une masse considérable. Tous les fluides qui entrent comme parties dans le système, toutes les mers, jovienne, neptunienne, plutonienne, sont agitées de *marées*, qui font que le centre de gravité de notre planète n'est pas fixe et qu'il peut en résulter par suite une oscillation dans l'axe de la rotation diurne. Tel est l'élément qu'on ne pouvait pas faire entrer dans les équations, l'expression de sa

valeur réelle étant inconnue. La solution mathématique donc n'est pas jusqu'ici suffisante, et même, ajoutons-nous, c'est à l'observation qu'il faut demander les éléments d'une réponse.

Aussi dans l'œuvre rappelée nous sommes-nous adressé à l'observation. Après avoir cherché des arguments dans les états relatifs des sols, nous avons démandé à l'histoire ses indications sur les climats successifs de la région française; nous avons ensuite rapproché les dates des renseignements historiques de certaines dates *astronomiques*. De là, nous avons cru admissible que notre climat, après s'être amélioré du commencement de notre ère à l'époque du moyen âge, soit entré depuis dans une période de dégradation. Mais *astronomiquement*, avec notre hypothèse du déplacement de l'axe, notre région française aurait subi des climats plus rudes dans les temps antérieurs à notre ère. Or les découvertes récentes des paléontologistes semblent indiquer qu'il en aurait été ainsi, et qu'un climat rigoureux comme celui de la Laponie aurait sévi dans nos contrées même méridionales.

De l'ensemble des considérations auxquelles nous nous sommes livré, nous avons conclu la *possibilité* du déplacement de l'axe de la rotation diurne, et nous avons exprimé le vœu que des mesures exactes des latitudes fussent suivies pour faire connaître, par des résultats certains, si l'axe de la rotation diurne persiste ou ne persiste pas à coïncider avec un même diamètre terrestre.

ÉTUDE

SUR LES

DÉNIVELLATIONS SÉCULAIRES

DES

TERRAINS SUPERFICIELS.

GÉOLOGIE GÉNÉRALE.

RÉACTIONS

DE

LA HAUTE TEMPÉRATURE

ET DES

MOUVEMENTS DE LA MER IGNÉE INTERNE

SUR LA CROUTE EXTÉRIEURE DU GLOBE

PAR

J. BOURLOT

Professeur de mathématiques pures et appliquées au Lycée impérial de Colmar,
Membre de la Société d'agriculture, sciences, arts et commerce de la Haute-Saône,
Membre du Comice agricole de Lille (Nord), de l'Académie nationale et de l'Association scientifique de Paris,
Membre de la Société d'émulation des Vosges et de la Société d'histoire naturelle de Colmar.

Étude sur les dénivellations séculaires des terrains superficiels.

PARIS
LEIBER, LIBRAIRE-ÉDITEUR, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 13
COLMAR
BARTH, LIBRAIRE, GRAND'RUE, 22
STRASBOURG
DERIVAUX, LIBRAIRE, RUE DES HALLEBARDES, 23
1866

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

PRÉFACE.

L'étude que nous publions, était à peu près terminée, lorsque nous avons eu connaissance d'un article extrêmement intéressant de M. E. Reclus sur *les oscillations du sol terrestre* (*Revue des Deux-Mondes*, 1er janvier 1865). La lecture de ce travail nous a inspiré de faire à notre première rédaction quelques additions et certaines retouches. Nous avons aussi fait à M. Reclus des emprunts assez nombreux. Nous ne signalerons pas en détail, par des annotations qui embarrasseraient notre texte, les emprunts dont nous parlons. Ils portent d'ailleurs, à peu d'exceptions près, sur des faits puisés dans les œuvres de M. Lyell, de M. Darwin et d'autres observateurs qui font autorité dans les matières dont ils traitent.

Une première étude (*Marées du sol*), celle-ci, et d'autres qui suivront, doivent constituer un ensemble que nous avons défini dans le premier de ces fascicules. Mais, antérieurement, nous avons publié une *Esquisse sur les variations de latitude et de climat dans la région française et sur leur cause*. Or, bien que cette Esquisse

semble être, par son objet, étrangère aux questions qui concernent les réactions de l'intérieur de la terre sur les couches superficielles, elle s'y rattache en réalité par un grand nombre de points, et le rapprochement peut mettre sur la voie des explications d'un grand nombre de phénomènes importants. Aussi terminerons-nous l'étude actuelle par des remarques en forme de supplément, qui auront pour but de signaler quelques rapprochements à faire et d'ajouter des considérations nouvelles à l'Esquisse dont nous venons de parler. Et c'est ainsi que nous ferons d'ailleurs dans nos publications ultérieures : nous ajouterons, lorsqu'il y aura lieu, des considérations et des faits qui nous paraîtront compléter utilement les études déjà publiées.

Dans la présente publication, dans les précédentes, ainsi que dans celles qui suivront, nous avons principalement pour but de réunir et de classer des faits épars, afin que ceux qu'ils intéressent puissent en saisir l'ensemble d'un coup d'œil. Nous l'avons déjà dit et répété, nous sommes loin d'avoir la prétention d'imposer les quelques idées théoriques que nous émettons, nous les hasardons pour les livrer à l'examen et à l'appréciation des observateurs spéciaux. Relativement aux faits, nous pouvons affirmer que les sources où nous les avons puisés offrent toutes les garanties de certitude qu'on peut désirer.

Pour donner immédiatement une idée générale de

fascicule, nous nous contenterons de citer les titres des chapitres : Chap. I: Généralités préliminaires et définition de l'objet que nous nous proposons; chap. II : Mouvements du sol dans la presqu'île scandinave et dans tout le nord de l'Europe et de l'Asie; chap. III : Mouvement en affaissement du sol hollandais et de toutes les côtes occidentales de l'Océan, depuis le Pas-de-Calais jusqu'au nord du Danemark; chap. IV : Mouvements de sols dans quelques points de la France centrale et des régions voisines; chap. V : Mouvements des sols du pourtour et des îles de la Méditerranée; chap. VI : Mouvements des sols du continent américain et des contrées insulaires voisines; chap. VII : Mouvements des continents, des îles et du fond des mers dans l'Océanie, la mer des Indes et les contrées adjacentes; chap. VIII : Résumé et conséquences; chap. IX : Remarques supplémentaires relatives aux fascicules précédents.

ÉTUDE

SUR

LES DÉNIVELLATIONS SÉCULAIRES

DES TERRAINS SUPERFICIELS.

CHAPITRE PREMIER.

Généralités préliminaires et définition de l'objet de cette étude.

S'appuyant sur une apparence, difficile d'ailleurs à distinguer de la réalité, la plupart des hommes ont considéré et considèrent comme immuables les terrains sur lesquels ils marchent et où sont implantées les maisons qu'ils habitent, les terres qui portent et nourrissent les plantes et les animaux, le sol, en général, dont les dépressions reçoivent les rivières, les lacs, les océans. Ils ont même consacré cette opinion par la dénomination de *terre ferme*, qui s'applique aux sols des continents et des îles, et qu'on étend aux masses rocheuses constituant les fonds des mers ou des lacs. Cependant la stabilité n'est qu'une apparence, une pure illusion : la réalité, c'est le mouvement des surfaces extérieures solides. Ce qu'on appelle improprement *terre ferme* n'a nulle part un niveau qui ait été, qui soit ou qui doive être perpétuellement permanent : des causes diverses dans leur nature font que partout ce niveau

varie ; que partout les surfaces solides, baignées par l'atmosphère ou par l'eau, sont incessamment animées d'un mouvement qui les rapproche ou les éloigne du centre de la terre.

D'abord des instruments délicats, imaginés par les physiciens, constatent que des ondulations continuelles remuent incessamment dans toute leur épaisseur les parties rocheuses de notre planète, que d'imperceptibles frissons agitent comme d'une fièvre continue les sols des continents et se transmettent aux fonds des mers. Puis des mouvements d'un autre ordre sont occasionnés, soit par la pénétration ou l'infiltration dans le sous-sol des eaux météoriques, soit, en sens contraire, par le retrait de ces eaux accumulées ou par le desséchement des masses d'abord imprégnées. Encore, l'élévation et l'abaissement de la température, quelles que soient les causes du changement, déterminent par leurs alternances des dilatations et des contractions des roches dont se composent les terrains, dilatations et contractions dont on a pu souvent constater la réalité et dont on a dû tenir compte dans certaines observations précises.

D'ailleurs, déjà dans une première Étude nous avons cherché à établir la réalité de mouvements généraux périodiques de la surface terrestre. Rappelons les programmes des chapitres ou la table des matières de cette Étude.

Après avoir formulé les définitions des agents ou des lois qui régissent le monde matériel, nous avons essayé d'extraire l'histoire de notre terre des monuments que la géologie trouve dans la composition, la structure, la température, les positions relatives des roches à

toutes les profondeurs accessibles. Comparant ensuite les déductions tirées du règne minéral à celles que donnerait la succession des êtres vivants, observée dans les fossiles des terrains de diverses natures et de tout âge géologique, nous avons pu voir que l'ordre des apparitions successives des organismes confirme les premières déductions tirées de la nature minérale. Descendant du passé au présent, nous avons reconnu que les forces qui ont donné au globe terrestre son relief actuel n'ont pas cessé leur œuvre modificatrice, que de nos jours encore chacune d'elles se manifeste par la continuation de ses effets. Enfin, de ce qui a été et de ce qui est, nous avons pu conclure avec une très-grande probabilité, si ce n'est avec une certitude absolue, que notre terre est aujourd'hui un sphéroïde dont l'intérieur, encore liquide et à une très-haute température, est emprisonné par une croûte solide continue, relativement fort mince et peu dense; que cette croûte, par suite peu résistante, ne peut pas persister dans une figure générale déterminée, si le liquide intérieur sur lequel elle se moule vient à changer de forme. Or la masse liquide emprisonnée, que nous avons appelée *mer plutonienne*, doit être soumise aux mêmes attractions qui déterminent les marées océaniques. Aussi, avons-nous dit, l'océan plutonien, la mer de feu doit avoir en chaque lieu et pendant chaque jour lunaire un double mouvement de *flux* et de *reflux;* en chaque lieu et dans chaque jour lunaire, le flot du liquide bouillonnant doit deux fois s'élever et deux fois s'abaisser. Donc aussi, dans le même espace de temps, la croûte superposée doit deux fois monter et descendre, accusant les mouvements superficiels du liquide sur lequel elle s'ap-

puie ou médiatement ou immédiatement. Ainsi, de même que les océans ou les mers aqueuses, de même que l'atmosphère ou la mer aérienne, de même que l'océan plutonien ou la mer de feu, la terre ferme aurait ses marées.

Mais avons-nous une preuve physique de l'existence de ces mouvements périodiques de dénivellation? En d'autres termes, leur réalité est-elle, par une observation, rendue appréciable à nos sens? Nous avons dit les difficultés que présente cette nature de vérification, en raison surtout de la délicatesse que comportent les observations. Toutefois il n'y a peut-être pas impossibilité d'arriver à une manifestation palpable et certaine du fait. Nous le répétons, nous ne désespérons pas du succès de tentatives déjà essayées et que nous continuerons dans ce but. Les résultats des observations déjà faites semblent confirmer nos prévisions; mais, trop peu nombreuses encore, ces observations ne nous autorisent pas, quant à présent, à formuler des conséquences. Nous aurons plus tard occasion de dire si nous sommes arrivé à conquérir une conviction. D'ailleurs, à ces observations auxquelles il est fait allusion et que nous avons décrites ailleurs, nous en joindrons concurremment d'autres, dont nous ferons connaître le principe, et qui doivent servir de contrôle aux premières.

Contentons-nous d'avoir rappelé ici la *possibilité* de l'existence de dénivellations régulières et périodiques du sol : ce ne sont pas encore ces sortes de mouvements qui doivent faire l'objet de l'Étude que nous commençons. Nous devons nous y occuper de changements de niveaux, non périodiques, ou à périodes en-

core indéterminées, qui sont généralement très-lents, et dont, par suite, la réalité n'est constatée que par des observations suivies quelquefois pendant plusieurs générations. Ce sont ici des exhaussements, là des affaissements de terrains tellement bien établis par des observations et des expériences que le doute n'est pas possible, malgré l'état d'équilibre apparent où se montrent actuellement ces terrains.

Les mouvements du sol qui feront l'objet de cette deuxième Étude peuvent avoir leurs causes liées plus ou moins, il est vrai, à celle des marées internes, ou du moins les dernières peuvent avoir des effets qui facilitent plus ou moins les actions des premières. Mais dans les causes des mouvements séculaires il doit y avoir quelque chose de spécial, puisque là il y a régularité dans les effets et que ici on ne voit pas clairement ce caractère ; puisque là il y a action simultanée sur toute l'étendue de la croûte, et qu'ici les effets ne sont que locaux, bien qu'ils puissent affecter de vastes superficies. Les uns et les autres, les mouvements périodiques et les mouvements séculaires, doivent recevoir des modifications de la structure imbriquée ou écailleuse de la croûte qui emprisonne la mer de feu. Les mouvements de l'un et de l'autre genre sont en effet forcément influencés localement par l'étendue de l'*écaille* à laquelle appartient la contrée où la cause correspondante les produit ; car cette écaille peut prendre une rotation autour d'un axe qui fait en même temps relever un côté et abaisser le côté opposé par rapport à l'axe du mouvement.

Nous aurons plus tard à nous poser la question de savoir si quelques-uns des faits des mouvements sécu-

laires ne pourraient pas être attribués à la cause générale *cosmogénique* qui engendre le phénomène si considérable en astronomie de la précession des équinoxes. Nous réservons donc pour le moment la réponse que nous nous proposons de faire à cette question. Ne nous occupons maintenant que de la cause qui tiendrait à une réaction du liquide igné interne sur la croûte extérieure. Dans beaucoup de cas, la cause des dénivellations séculaires doit être de même nature, au degré de violence près, que celle qui fait les secousses appelées *tremblements de terre*, puisque d'ailleurs, comme nous le verrons dans l'étude sur les convulsions du sol, il est beaucoup de tremblements à la suite desquels on a constaté un changement de niveau dans les terrains. Relativement à l'action de cette cause, ajoutons ou reprenons quelques réflexions déjà formulées, ou à peu près, dans l'étude précédente.

Les eaux des réservoirs souterrains ou à ciel ouvert, pressant de leur poids sur leurs fonds, doivent pénétrer dans les sous-sols à des profondeurs de plus en plus grandes, à mesure que la pression se continue; ces eaux doivent ainsi, malgré même l'imperméabilité des terrains, parce que l'imperméabilité n'est pas absolue, arriver à la longue à occasionner une transsudation, une transpiration à la surface interne de la croûte. Alors, vaporisées et mêlées aux gaz résultant de roches abîmées et décomposées par la chaleur, ces eaux doivent constituer une atmosphère épaisse et lourde, continue ou interrompue, entre l'océan plutonien et sa voûte solide. Que, par une cause quelconque, cette transpiration interne devienne plus abondante en un point, il y a soulèvement des sols correspondants;

qu'elle devienne moins abondante ou que, par des fissures, il y ait fuite de vapeurs préexistantes, il y a affaissement. Quant aux causes d'une augmentation ou d'une diminution dans l'activité de la transsudation, on peut facilement les imaginer et nous n'avons pas à les rechercher. Ajoutons que l'atmosphère interne doit être le siége de tempêtes électriques au moins aussi violentes que celles de l'atmosphère jovienne; que ces tempêtes, secouant les roches et les terrains supérieurs, peuvent occasionner des abîmements de masses d'eau ou de matériaux pouvant donner des produits gazeux, et de là des effets instantanés d'un caractère plus violent, qui peuvent déterminer des changements persistants de niveau à la surface, sans que cependant la violence du mouvement soit bien sensible à cette surface.

Laissons, pour nous en occuper plus tard, la question des causes, la théorie explicative. Ce dont nous nous proposons de nous occuper, ce sont les faits, c'est leur constatation; c'est que partout où l'observation a été possible, on a reconnu que la *terre ferme* a un niveau instable; c'est que partout on a reconnu, lorsqu'on a étudié attentivement, que le niveau de la surface du sol s'élève ou s'abaisse; c'est que la stabilité de niveau pour les sols est une exception très-rare, si toutefois il est un point de la surface de l'écorce qui reste d'une manière persistante à la même distance du centre de la terre.

Les faits de dénivellation qui sont l'objet de cette étude sont dus, et on le reconnaîtra à leur valeur, à une cause générale modifiée quelquefois par des circonstances locales des terrains. Ils ne doivent pas être confondus avec d'autres purement locaux et attribuables à

des causes accidentelles, lentes ou instantanées, et circonscrites à de petites étendues. Aux exemples que nous avons cités et qui n'appartiennent pas à notre objet actuel, nous joindrons les effets dus à des tremblements de terre ou aux conséquences des convulsions des volcans. Ainsi nous devons exclure de notre cadre l'éruption du Monte-Nuovo, les bouleversements de la plaine du Jorullo, l'exhaussement temporaire des îles et des côtes chiliennes voisines par le tremblement de la Concepcion en 1835, les mouvements du sol où est le temple de Sérapis aux environs de Pouzzoles, les accidentations produites dans la ville de Torre-del-Greco et dans son territoire lors de l'éruption vésuvienne en 1862 etc. Toutefois nous dirons les détails qui sont relatifs au temple de Sérapis, parce que dans ces détails on verra comment certaines observations peuvent servir à rattacher les phases des phénomènes à des dates historiques.

Au surplus, entre les faits notoirement convulsifs, volcans et tremblements de terre, et les mouvements séculaires ou lents, il y a des termes par lesquels on passe des uns aux autres avec des transitions tellement ménagées, qu'il est impossible de se refuser d'admettre qu'ils ne reconnaissent pas la même cause modifiée dans la même progression que les effets. Nous serions presque tenté de dire que de même qu'on peut regarder les tremblements de terre comme l'avortement d'efforts tendant à faire des volcans, de même on peut penser que les mouvements séculaires sont des tremblements de terre avortés, des effets produits par une cause peut-être aussi violente, mais répartie dans un grand espace de temps.

Il est inutile, nous le croyons, de chercher à faire

ressortir l'intérêt que présentent les mouvements du sol pour l'histoire naturelle de la terre : cet intérêt est d'une évidence qui frappera tous les yeux. Aussi personne assurément ne sera surpris que beaucoup de savants aient consacré à la constatation de ces mouvements leur temps, leur sagacité et leur patience. Malheureusement, malgré tous les efforts, la science en est réduite encore à peu près à enregistrer des faits, à noter leurs circonstances principales, et elle est loin de pouvoir formuler les lois de ces faits. On n'est pas non plus encore en mesure d'assigner les limites géographiques précises des aires qu'affectent les mouvements constatés; puis, relativement au taux du mouvement, on peut seulement, et dans quelques cas exceptionnels, avancer des présomptions plus ou moins fondées; on ne saurait davantage, sans recourir à la théorie pure, et c'est un moyen douteux, on ne saurait dire si les mouvements sont oscillatoires et périodiques. Néanmoins on continue d'ajouter les faits aux faits, les circonstances aux circonstances, dans l'espoir qu'un jour viendra où peut-être il sera permis d'être moins réservé sur la question des lois.

Donc, dans notre pensée assez clairement formulée, la plupart des lieux de la surface terrestre, émergés ou non, sont soumis à des mouvements séculaires de dénivellation. Mais comment constate-t-on que la surface d'une région n'occupe pas le niveau qu'elle occupait dans les âges passés, historiques ou antéhistoriques? Nous allons considérer à ce point de vue : 1° les lieux qui sont dans le voisinage des océans; 2° ceux qui sont loin de toute mer; 3° ceux sur lesquels sont accumulées les eaux salées. Dans le premier et dans le troisième

cas, c'est le niveau moyen de la mer qui est pris pour point de repère, pour terme de comparaison; il est donc indispensable de s'attacher à établir tout d'abord l'invariabilité de ce terme de comparaison.

Il résulte incontestablement des principes de l'hydrostatique qu'une masse d'eau étant logée dans un réservoir à ciel ouvert, la surface libre du liquide prend une forme déterminée et par l'attraction terrestre et par la force centrifuge et par les diverses actions attractives qu'exercent les corps qui peuplent l'espace. Cette surface libre est nécessairement très-compliquée et varie avec les variations des énergies relatives des causes qui les déterminent. Il peut arriver et il arrive que les hauteurs verticales d'un même point superficiel ne sont pas les mêmes à toutes les époques comprises entre deux instants où les actions diverses qui régissent la surface générale sont identiques. Mais la moyenne de toutes les hauteurs de ce même point pendant une période de variations des causes ne diffèrera pas de la moyenne des hauteurs pendant une autre période. Si donc les parois de la capacité sont fixes, et qu'on prenne la moyenne des hauteurs auxquelles s'élève le liquide contre la paroi, en un lieu déterminé, on devra trouver que cette moyenne occupe toujours le même point de la paroi dans chaque lieu du périmètre.

Toutefois nous venons d'admettre implicitement que la masse d'eau du réservoir ou de la mer n'augmente ni ne diminue. S'il n'en était pas ainsi, le niveau moyen ne serait pas fixe, il est vrai, mais on le verrait s'élever ou s'abaisser de la même quantité dans tous le périmètre de la surface libre, et il est évident qu'il n'y aurait pas constance de niveau ici, élévation là et abaisse-

ment ailleurs. Ainsi, en considérant la surface libre des mers et les points des côtes où s'élève son niveau moyen, et en admettant que les parois latérales et inférieures du réservoir ne subissent pas de modification dans le sens vertical, il doit se faire que tous les points de hauteur moyenne resteront les mêmes sur tous les rivages, s'élèveront ou s'abaisseront de la même quantité, suivant que la masse des eaux salées restera constante, diminuera ou augmentera; il y aura permanence partout, ou partout on remarquera un changement de même sens et de même valeur. Que devrait-on donc conclure, si l'observation établissait qu'en certains points le niveau paraît constant, tandis qu'en d'autres il semble s'élever et qu'ailleurs encore il semble s'abaisser? Évidemment, et tout le monde l'admettra, on devra conclure que ce n'est pas le niveau des mers qui persiste ici et change là; mais que ce sont les roches de la côte qui sont immobiles ici et s'abaissent ou s'élèvent en d'autres lieux.

Si l'on nous a bien compris, on pensera comme nous, que le niveau moyen de la mer est un repère auquel on peut avoir toute confiance, lorsqu'il s'agit de constater que les côtes varient ou ne varient pas dans leur niveau. Aussi le moyen de constatation qui concerne les terrains baignés immédiatement par la mer, consiste à entailler les roches des rivages et à observer dans la suite des années ce que deviennent les positions de ces entailles par rapport au niveau moyen des basses et des hautes eaux. Nous verrons que bien des fois ce genre d'observation a été employé et avec un succès qui devait être prévu. D'autres fois cependant on déduit l'exhaussement des côtes de ce que l'on y trouve émergées des couches

d'altitudes quelquefois assez considérables où sont enfouis des restes d'animaux qui n'ont pu vivre que sous les eaux aujourd'hui retirées. Puis on reconnaît souvent qu'il y a eu affaissement des rivages par ceci, que des constructions qui d'abord étaient sur un sol émergé, se trouvent plus tard atteintes par l'eau, ce qui oblige à les remplacer par d'autres qu'on établit plus loin dans les terres. Quant aux surfaces continentales ou insulaires assez éloignées des bords de la mer, leurs mouvements sont constatés par des augmentations ou des diminutions dans les vitesses des cours d'eaux, rivières et fleuves, soit près soit loin des embouchures ; par le déplacement dans un sens ou dans un autre des lits de ces mêmes cours d'eau sur les surfaces qu'ils parcourent. Ces déplacements des fleuves, ceux des mers sont d'ailleurs indiqués par la structure, la composition des sous-sols et par les substances accidentelles diverses qu'on y rencontre. Mais ces généralités seront rendues plus intelligibles par les détails dans lesquels nous avons à entrer touchant les diverses observations qui ont été faites et dont nous allons bientôt nous occuper.

Les mouvements des terrains qui constituent les fonds des mers sont constatés d'abord par la dénivellation des îles qui ont leurs racines sur ou dans ces fonds. On ne peut concevoir, en effet, que les îles s'exhaussent ou s'abaissent, sans que les fonds des mers où elles sont implantées soient animés des mêmes mouvements en dénivellation. D'ailleurs les oscillations verticales des sols insulaires se constatent par les mêmes observations qui servent à établir celles des sols des lignes de côtes des continents. Mais ces observations font défaut lorsqu'il s'agit des fonds de mers qui sont à une grande

distance de toute terre émergée. Heureusement, pour notre thèse, la nature organique vient ici donner une preuve irrécusable de la réalité des mouvements : cette preuve est fournie par les travaux d'animaux quasi-microscopiques, par les positions relativement à la surface de la mer des constructions madréporiques ou coralliennes. Nous devons entrer, relativement à ce genre de preuve et d'observation, dans un détail qui trouvera sa place lorsque nous aurons à parler de l'oscillation des terres immergées ou émergées des grandes mers où se trouve la cinquième partie du monde. Nous nous contentons ici d'une simple indication.

Ces généralités étant prémises, abordons notre sujet, c'est-à-dire, l'enregistrement des faits. La classification que nous adopterons, est sensiblement celle de M. E. Reclus, celle qui est indiquée par la géographie. Nous dirons d'abord les mouvements des sols dans le nord de l'Europe et de l'Asie, nous y joindrons les mouvements bien constatés des parties du sol français et des régions voisines ; nous nous occuperons ensuite de l'exhaussement de toutes ces régions, dont les Méditerranées occupent une dépression longitudinale ; puis nous dirons quelques-uns des faits constatés dans les deux Amériques ; enfin nous nous occuperons des mouvements des régions continentales et insulaires, et des fonds des mers de la cinquième partie du monde qu'on appelle *Océanie*.

Assurément nous ne citerons pas tous les faits de dénivellation ; mais nous en dirons un grand nombre, et la réalité de tous ceux dont nous parlerons a été établie par des autorités scientifiques sur lesquelles on peut compter.

CHAPITRE II.

Mouvements du sol dans la presqu'île Scandinave et dans tout le nord de l'Europe et de l'Asie.

Un nombre plus ou moins grand des mouvements du sol dont il est question dans cette étude, peuvent être rattachés à une de ces catastrophe appelées *tremblements de terre* ou à plusieurs catastrophes semblables, lors même que la date de la convulsion ne serait pas connue historiquement. Tels sont par exemple les oscillations du sol constatées dans la région où est Pouzzole dans le royaume de Naples; car ce district est une région essentiellement volcanique, où les commotions souterraines sont pour ainsi dire acclimatées. Mais il n'en est plus ainsi et la même explication paraît très-peu probable, lorsqu'il s'agit de la dénivellation des lieux où les tremblements de terre sont, on pourrait dire, inconnus, comme dans la Hollande, dans la presqu'île scandinave. Ici d'ailleurs on peut suivre les mouvements, et les circonstances de ces mouvements obligent de demander l'explication des faits à une cause qui peut être de même nature, mais dont l'énergie, au lieu d'avoir un caractère de violence subite, aurait au contraire celui d'une excessive lenteur conciliable toutefois avec une grande puissance.

Celsius, célèbre naturaliste suédois, avait appris du témoignage unanime des paysans du littoral que le golfe de Bothnie perd continuellement de sa profondeur et de sa largeur; que des rochers qui émergent très-notablement avaient été autrefois des bas-récifs dangereux à la navigation. Les vieillards lui montraient des points à

sec de la côte, où ils avaient vu venir la mer à l'époque de leur enfance; ils lui faisaient suivre les anciennes lignes que le niveau des flots avait autrefois tracées à l'intérieur des terres; ils lui montraient les lieux d'anciennes pêcheries, qui depuis avaient été mises à sec ou au moins étaient abandonnées parce qu'elles étaient devenues trop peu profondes. Puis, eût-il conservé un doute sur la retraite des eaux marines, ce doute lui eût été enlevé et par les noms très-significatifs de certains lieux, et par les positions plus continentales d'édifices autrefois côtiers, et par les renseignements que renferment les chants populaires, et surtout par l'autorité des anciens géographes. Car ceux-ci faisaient une île de la Scandinavie et notaient aussi, comme étant des îles, certaines terres basses déjà unies au continent dans les temps où vivait Celsius. On conçoit que commandé par le préjugé universel qui voulait que les terrains fussent immuables, Celsius ait expliqué les apparences non par l'exhaussement des roches du rivage et du fond des eaux, mais par l'abaissement du niveau de la mer. C'est en effet cette hypothèse qu'il émettait dès le commencement du dix-huitième siècle, en 1730, fixant même les taux de l'abaissement à trois pieds par cent années. Il est inutile d'ajouter que tout d'abord l'explication de Celsius fut généralement admise.

Immédiatement les naturalistes s'emparèrent de la question et la discutèrent : les uns admettaient et les faits et l'explication de Celsius; les autres niaient les faits et les combattaient par toutes sortes d'arguments; d'autres encore, reconnaissant les faits comme réels, les attribuaient à des exhaussements du sol dus à des dépôts superficiels sous les eaux. Mais ce qu'il importait

de bien établir d'abord, c'est la réalité ou la non-réalité du fait apparent, le déplacement du niveau de l'eau par rapport aux points des côtes; aussi s'appliqua-t-on bientôt à faire des observations qui fussent de nature à enlever toute espèce de doute à cet égard.

Un an après qu'il eut émis son opinion, en 1731, Celsius, en compagnie de Linné, traçait un point de repère à la base d'un rocher de l'île de Loëffgrund, à peu de distance de Gefle. Treize ans plus tard, Celsius constatait une différence de niveau de 18 centimètres, ce qui donnerait $1^{m},385$ pour un siècle, taux plus considérable que celui qui avait été avancé d'abord par Celsius.

Puis dans la même année 1731, l'Académie d'Upsal décida de tenter une vérification : par ses soins des entailles nombreuses furent faites à fleur d'eau sur les rochers des rives, et on observa d'année en année. Bientôt, après un petit nombre d'années, on avait pu se convaincre que les entailles se trouvaient sensiblement au-dessus de la surface moyenne de la mer. On continua d'en conclure d'abord assez généralement à l'abaissement du niveau de la Baltique et par suite de toutes les mers voisines. Mais de nouvelles observations ne tardèrent pas à venir embarrasser les partisans de cette conclusion : l'abaissement du niveau, dans l'hypothèse admise, aurait dû avoir partout la même valeur, tandis qu'il n'en était pas ainsi. En effet, la dénivellation verticale, de quelques centimètres dans l'espace de plusieurs années en certains points, n'était et n'est ailleurs que de quelques millimètres dans le même intervalle de temps. Bien plus, sur les côtes de la Scanie, où des entailles ont aussi été faites dans l'intérêt de la même ve-

rification, on peut voir que les signaux primitivement à fleur d'eau sont aujourd'hui submergés.

Pour admettre l'explication des faits par le changement du niveau de la mer, il faudrait donc supposer que ce niveau non-seulement s'abaisse de quantités variables, mais s'abaisse ici, et s'élève là, dans des lieux différents dont les eaux communiquent. C'est une conséquence que personne, assurément, n'oserait adopter. Aussi doit-on dire que ni ici ni là le niveau de la Baltique n'a changé, mais bien que c'est le terrain qui s'élève plus ici que là et s'abaisse ailleurs.

Aussi Playfair, dans ses *Illustrations de la théorie huttonienne*, publiées en 1802, admettant comme suffisamment prouvés les faits avancés d'abord par Celsius et quelques-uns des autres faits dont il vient d'être question, formulait la conséquence que nous en avons tirée, en l'appuyant sur la même loi que nous avons invoquée de l'équilibre des liquides dans des réservoirs qui se communiquent. Puis L. de Buch, en 1807, après un voyage en Suède, dans lequel il avait pris des renseignements auprès des habitants, des pilotes et des pêcheurs, se déclarait convaincu que « toute la région comprise entre Frédérickshall, en Norvége, et Åbo, en Finlande, ou même peut-être Saint-Pétersbourg, s'élevait lentement et insensiblement. » Il ajoutait encore « qu'il se pourrait que la Suède s'élevât plus que la Norvége, et la partie septentrionale de cette contrée plus que la partie méridionale. M. de Buch ne s'était pas, d'ailleurs, formé sa conviction sans avoir observé et vérifié l'émersion des anciennes marques tracées sur les rochers, et même il avait été assez heureux, en même temps qu'il vérifiait les preuves avancées, pour trouver

un autre témoignage en faveur du mouvement du sol; c'est la présence au-dessus du niveau des eaux de coquilles marines d'espèces actuelles, fait sur lequel nous aurons à revenir.

Cependant les observations des rainures gravées sur les rochers ont été continuées; puis, sous la direction de naturalistes suédois, d'autres rainures ont été tracées d'année en année et en regard la date de leur coïncidence avec le niveau de la mer. En 1820 et 1821, les officiers préposés au pilotage par le gouvernement suédois, ayant examiné avec soin tous les repères faits antérieurement, déclarèrent, dans un rapport à l'Académie de Stockholm, que le niveau de la Baltique avait baissé, mais de quantités variables en des temps égaux dans des lieux différents. Ils avaient eux-mêmes tracé d'autres repères pour servir aux observations à venir. M. Lyell ayant eu l'occasion d'examiner ces dernières marques pendant l'été de 1834, c'est-à-dire quatorze ans après leur tracé, a cru trouver que dans cet intervalle de temps la terre s'était élevée aux environs de Stockholm d'une hauteur de 10 à 13 centimètres. Il pense aussi pouvoir émettre l'opinion que la différence de niveau diminue d'une manière sensible, lorsqu'on s'avance du nord du golfe de Bothnie vers le sud: elle devient extrêmement faible à la hauteur de Stockholm.

Mais, s'objecte M. Lyell, dans une mer comme la Baltique, peut-on apprécier assez exactement une variation de niveau dont la valeur ne surpasse pas 60 centimètres? Voici la réponse que se fait le célèbre géologue et nous la lui empruntons. Il n'y a pas de marées dans la Baltique, si ce n'est aux alentours du Kattégat; encore n'ont-elles lieu dans ces derniers parages qu'après

une persistance, pendant plusieurs jours, de certains vents particuliers, ou lorsque dans les saisons pluvieuses les rivières ont amené un contingent d'eau douce extraordinaire. Quand ces deux circonstances ont agi simultanément, la Baltique s'est enflée de 60 à 90 centimètres. Mais les effets dus à ces causes se reproduisent chaque année d'une manière à très-peu près uniforme et ne peuvent être confondus avec d'autres. Aussi les pilotes et les pêcheurs, qui ont intérêt à connaître les allures de la mer en ces lieux, affirment, très-probablement, certainement même avec raison, qu'ils peuvent constater une différence même assez faible dans la hauteur moyenne des eaux.

Ces sortes d'observations sont encore facilitées par la configuration des rivages de ces mers. Entre la côte qui peut être dite la limite du continent et la mer proprement dite, il y a une bordure d'îles rocheuses de toutes dimensions qu'on nomme le *Skär*. Ici la vague est toujours tranquille, lors même que la mer est agitée, et les bateaux-pêcheurs, ainsi que les petites embarcations, y font leurs voyages côtiers. Mais la navigation, pour n'être pas dangereuse dans cette multitude de canaux, exige une connaissance parfaite des profondeurs et des largeurs des passages. Ainsi des exhaussements du fond, lors même qu'ils n'ont que quelques décimètres, ne sauraient passer inaperçus. Bien plus, des rochers, qui ne se voyaient qu'au travers d'une lame d'eau, montrent leurs têtes au-dessus de la surface, et le pêcheur ne peut plus passer dans le chenal que son bateau avait franchi facilement autrefois. Aussi a-t-on pu signaler que la profondeur d'eau a diminué dans certains canaux devenus impraticables; que nombre de

roches en place, qui étaient immergées, émergent; que celles qui étaient émergées, semblent augmenter en hauteur et en volume; que la largeur des passages a diminué; que des blocs erratiques, disséminés sur des hauts-fonds, de même que les roches à racines en place émergent de plus en plus etc. Toutes ces observations réunies ne laissent pas le moindre doute sur l'existence du mouvement ascendant de ces terrains.

Le taux du mouvement des côtes de la Baltique est excessivement faible et n'est rendu sensible que pour un certain nombre d'années; mais s'il a commencé à une époque très-éloignée de nous dans le passé, il doit s'ensuivre que par rapport à cette époque le changement de niveau est très-considérable, s'il a persisté dans le même sens. Et même ne peut-il pas se faire que des terrains, actuellement intérieurs, aient autrefois formé le fond des mers? La question, dit encore M. Lyell, a été résolue de la manière la plus satisfaisante. Près d'Uddewalla et de la côte voisine on trouve des dépôts soulevés de coquilles d'espèces qui habitent aujourd'hui l'Océan; à l'opposite, sur le côté oriental de la Suède, on trouve près de Stockholm, de Gefle et de plusieurs autres lieux des côtes du golfe de Bothnie, des lits analogues dont les coquilles appartiennent aux espèces qui peuplent la Baltique.

C'est à L. de Buch, avons-nous dit, qu'on doit les premières observations de lits de coquilles au-dessus du niveau des mers dans ces parages. Depuis, d'autres naturalistes, et en particulier Ström, MM. Al. Brongniart, Lyell, ont pu reconnaître les faits et ajouter des observations nouvelles. Ström a trouvé de ces dépôts à plus de 120 mètres au-dessus de l'océan dans le nord

de la Norvége; M. Al. Brongniart a constaté qu'une des principales masses de coquilles aux environs d'Uddewalla est à plus de 60 mètres d'altitude, et en outre il a trouvé là des *balanes* adhérentes aux rochers; M. Lyell, en 1834, à Kured, dans les mêmes environs, a découvert, à 30 mètres au-dessus de la mer, une surface de gneiss également couverte de balanes et incrustée de cellépores. Ainsi la mer aurait baigné des surfaces aujourd'hui si élevées, pendant un temps assez long. Notons que quelques-uns de ces dépôts se trouvent à plus de 60 kilomètres de l'océan.

Des observations analogues ont été faites sur les rivages de la mer Baltique. C'est ainsi qu'à Soedertelge, située à 20 kilomètres sud-ouest de Stockholm, on a trouvé dans des strates de 30 mètres de puissance des coquilles des espèces du golfe de Bothnie; ce sont surtout les suivantes : *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Littorina littorea*, *Tellina baltica* etc., avec quelques coquilles d'eau douce. Toutefois les coquilles de ces dépôts n'ont pas la taille qu'elles auraient acquise dans des conditions très-favorables à leur vie; elles ont un caractère tout spécial qui ne permet pas de les confondre avec celles de l'océan. Aussi peut-on dire certainement que des dépôts trouvés auprès du lac Mælar, à 100 kilomètres de la mer, sont dus au séjour dans ces points des eaux de la mer Baltique et non de celles de l'océan.

Nous manquons, pour faire l'histoire de ces soulèvements, des données plus ou moins positives à l'aide desquelles on a pu construire au moins approximativement celle du mouvement des côtes de Pouzzole. Ici nulle observation exacte, aucun renseignement de la

tradition ne remonte beaucoup plus haut qu'un siècle et demi; puis les recherches des antiquaires ne peuvent non plus nous faire remonter bien haut, puisque les constructions anciennes de la côte ne datent que de cinq à six siècles. Cependant nous citerons des conjectures qu'on a cru pouvoir hasarder et dont l'imagination ne fait pas seule les frais, conjectures par lesquelles, partant des taux relatifs des mouvements dans les époques passées, on essaie de prévoir ce que l'avenir amènera. Mais auparavant disons une découverte remarquable.

En 1819, on creusait à Soedertelge un canal pour la jonction du lac Mælar à la Baltique. Au-dessous de strates successives contenant des espèces de la Baltique, à 18 mètres de profondeur environ, les ouvriers découvrirent des débris qui semblaient provenir d'une hutte de pêcheurs. La partie basse de l'habitation, dans un état de décomposition beaucoup moins avancée que le reste, permit de voir sur le plancher un foyer grossier, où se trouvait encore du fraisil avec du bois réduit en charbon. Puis, au dehors, il y avait de grosses branches de sapin encore feuillues et qui semblaient avoir été coupées par une hache. Dans le sol qui portait la hutte, au-dessous des strates marines qui la couvraient, on trouva des vaisseaux de forme antique, dont la charpente était assujettie par des chevilles de bois au lieu de clous. De cette découverte peut-on conclure à un mouvement oscillatoire du sol, une dépression, puis un exhaussement? M. Lyell le pense et regarde toute autre explication comme difficilement conciliable avec les faits : c'est d'ailleurs la seule donnée que l'on ait, d'où l'on puisse tirer cette conséquence.

Les géologues qui ont visité la presqu'île depuis le siècle dernier, ont pu continuer l'étude du mouvement qui nous occupe, par l'observation des repères tracés et par d'autres observations encore : il résulte de là un ensemble respectable dont on peut tirer les conséquences au moins très-probables auxquelles nous avons fait déjà allusion. Nous allons résumer cet ensemble.

A l'extrémité nord du golfe de Bothnie, là où il reçoit la Tornéa, le continent émerge de $1^{m},60$ par siècle; par le travers des îles d'Aland, le taux du mouvement n'est plus que de 1 mètre pour la même période de temps; il devient plus faible encore au sud de cet archipel; à la hauteur de Calmar et de Carlscrona, les niveaux relatifs de l'eau et des terres ne varient pas; enfin, la pointe terminale du sud de la Scanie s'affaisse graduellement; car plusieurs rues de Malmoë, de Trelleborg, d'Ystad sont submergées, et la côte y a perdu 30 mètres de large depuis le temps de Linné.

De nombreuses observations ont été recueillies sur les côtes occidentales de la péninsule scandinave; mais le mouvement est ici moindre, certainement, que sur les rivages orientaux. Suivant Forchammer, la pointe terminale du Jutland s'élèverait de 30 centimètres par siècle; à Christiania, le pavé de l'ancienne ville paraît être demeuré stationnaire depuis trois cents ans; plus au nord, les positions actuelles d'édifices, dans l'île de Munkholm, près de Trondhjem, paraissent prouver que le sol s'est élevé au moins de 6 mètres dans les dix derniers siècles. A l'ouest d'ailleurs, comme à l'est de la presqu'île, on peut suivre de l'œil des plages disposées par gradins; on y trouve des coquillages modernes à 50 et même à 200 mètres au-dessus du niveau de la

mer; puis on rencontre, soulevées jusqu'à la base des falaises, les grandes ramifications en arbustes de corail rose formés par le *Lophelia prolifera*, qui cependant ne peut vivre qu'à des profondeurs de 300 à 600 mètres sous l'eau; enfin, des lisières de bois de pin dépérissent et meurent à mesure que le soulèvement les rapproche de la limite des neiges perpétuelles et leur fait dépasser cette limite.

De cet ensemble des faits connus, les savants se croient en droit de conclure que la presqu'île scandinave tournerait autour d'un axe passant à la hauteur de Calmar et de Carlscrona, de manière à relever l'extrémité nord et à abaisser l'extrémité sud. « Les golfes de « Bothnie et de Finlande, dit M. E. Reclus, pareils à « des vases que l'on incline, épanchent lentement leurs « eaux dans le bassin méridional de la Baltique; de « nouveaux îlots, des rangées d'îles apparaissent succes- « sivement, des écueils se révèlent, et si l'élévation du « fond de la mer continue de s'accomplir avec la même « régularité que dans les siècles historiques, on peut « déjà prédire qu'au bout de deux mille ans l'archipel « des Qvarken, entre Umea et Vasa, sera changé en « isthme et transformera le golfe de Tornea en un lac « intérieur semblable à celui de Ladoga. Dix-huit siècles « plus tard, les îles d'Aland seront à leur tour rattachées « au continent et serviront de pont entre Stockholm et le « territoire de la Russie. D'ailleurs il est très-probable, « sinon certain, que les grands lacs et les innombrables « pièces d'eau qui remplissent toutes les vasques de « granit de la Finlande, ont remplacé un ancien bras de « mer réunissant naguère la Baltique au grand Océan « polaire. »

Puis encore, la mer Baltique communiquait très-probablement avec la mer du Nord par un large canal dont l'emplacement à la hauteur de Stockholm est indiqué par les lacs Mælar, Hjelmar et Wenern. On trouve en effet sur les hauteurs qui entourent ces lacs, on trouve même aussi sur les écueils mis à sec autour du golfe de Bothnie des bancs d'huîtres semblables à celles de la Norvége et des côtes occidentales du Danemark. Mais l'huître, d'après M. de Bær, demande, pour vivre et se développer, une eau dont la proportion en sel soit au moins 16 ou 17 et au plus 37 p. 1000. Ainsi, les eaux, à peu près douces aujourd'hui, des lacs intérieurs, les eaux de la Baltique et du golfe de Bothnie, qui n'ont plus que de 5 à 10 p. 1000 de sel, étaient autrefois salées comme celles de la mer du Nord. D'où aurait pu provenir cette salure, si ce n'est d'un détroit occupant la place que nous avons indiquée? M. de Bær fait remonter à cinq mille ans avant notre époque celle de la fermeture de ce grand détroit.

Le mouvement du sol de la presqu'île scandinave n'est pas un fait isolé : il semble faire partie d'un mouvement qui affecte une étendue très-vaste du nord de l'Europe et de l'Asie. D'un côté, on reconnaît que l'archipel du Spitzberg émerge graduellement, que les côtes septentrionales et les îles voisines de la Sibérie s'élèvent aussi. Pour les îles du Spitzberg, elles présentent, entre leurs rives actuelles et les montagnes, des plages anciennes doucement inclinées et larges quelquefois de 4 kilomètres, où l'on trouve à des hauteurs de près de 50 mètres des amas d'os de baleines et de coquillages de l'époque actuelle; pour la Sibérie, on rencontre, même sur des collines élevées,

des quantités de bois à demi pourris, épaves rejetées autrefois par la mer sur ses anciens rivages et éloignées de 40 à 50 kilomètres des rivages actuels; de plus, l'île de Diomida, reconnue en 1760 par Chalaourof, a été trouvée par Wrangel rattachée au continent, soixante ans plus tard. D'un autre côté, les falaises d'Écosse offrent aussi des indices de soulèvement : des lignes parallèles de niveau y sont tracées par les flots qui y ont laissé aux flancs des rochers, après leur retrait, des coquillages des mers voisines. Puis l'exhaussement se continue depuis la période historique, car les terrasses d'origine marine situées au-dessus des estuaires de la Forth, de la Tay, de la Clyde contiennent, avec des restes organiques des âges modernes, des amas de poteries d'origine romaine. Le sol où reposent ces débris, est de 8 mètres au-dessus du niveau de la mer, et comme c'est à 8 mètres au-dessus du niveau des hautes marées que s'arrête la muraille d'Antonin élevée comme barrière contre les Pictes, il y a une certaine probabilité que réellement le terrain de ces contrées s'élève de 5 millimètres par an, comme le dit un calcul extrêmement simple. Et les mêmes indices dans les montagnes du pays de Galles donnent lieu, pour ce pays, à des conséquences semblables. Ainsi, dirons-nous avec M. E. Reclus, le mouvement du sol dans la Scandinavie fait partie d'une aire de dénivellation qui occupe 160° en longitude, s'étendant du pays de Galles au Spitzberg et aux côtes orientales de la Sibérie. A qui paraîtra-t-il probable qu'un phénomène de cette valeur ne doive pas être attribuée à une cause générale souterraine d'une énorme puissance ?

Dans ce qui précède, nous avons indiqué très-brève-

ment les indices du mouvement dans la partie occidentale de l'aire dénivelée. Nous aurons un peu plus loin à revenir sur les preuves du mouvement oscillatoire du sol anglais, en parlant des forêts sous-marines qui y ont été découvertes et d'autres observations qui donnent lieu à la même conséquence que les positions actuelles des forêts sous-marines. Ainsi certaines des preuves que nous avons tout à l'heure formulées seront encore renforcées par celles auxquelles cette note fait allusion. — Continuons l'exposé des faits.

CHAPITRE III.

Mouvement en affaissement du sol hollandais et de toutes les côtes orientales de l'océan depuis le Pas-de-Calais jusqu'au nord du Danemark.

La rotation qui relève le nord et abaisse le sud de la presqu'île scandinave, étend son effet par de là les mers à des contrées méridionales. On sait, en effet, ce mouvement en affaissement des rivages hollandais aux embouchures de la Meuse, de l'Escaut et du Rhin; chacun a entendu parler de ces digues fameuses, à l'aide desquelles l'homme a lutté et lutte encore sur les rivages de la mer du Nord contre les envahissements de l'eau. L'histoire de cette lutte a des dates bien terribles. A ces dates on a dû se demander bien sérieusement et anxieusement quel serait le vainqueur, de l'homme ou de l'océan. Mais en définitive la victoire est restée à l'homme et l'océan a été forcé de laisser libres à l'agriculture de vastes terrains où se font de riches récoltes.

Les renseignements abondent pour l'histoire de l'affaissement de la Hollande. Nous allons résumer cette

histoire, pour laquelle nous puiserons à pleines mains, particulièrement dans une notice publiée sur ce sujet par M. A. de Laveleye.

Indépendamment des digues auxquelles nous avons tout à l'heure fait allusion, une autre cause encore contribue à accroître, on peut dire chaque année et notablement, l'étendue conquise à l'agriculture. Cette cause, c'est l'envasement qui se fait aux embouchures de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin. Les fonds exhaussés graduellement des marais, qui abondent dans ces parages, finissent par émerger; le travail de l'agriculteur achève l'œuvre commencée par la nature et donne à ces terres nouvelles une riche fertilité. Telle est l'origine de ce que les Hollandais appellent des *polders;* mais cette étude sort de notre sujet. Nous devons nous occuper surtout des faits naturels, des traditions, des découvertes archéologiques qui établissent que le littoral de la mer du Nord s'est affaissé.

Le sol des polders donc serait submergé même à marée basse si les digues n'y mettaient obstacle. Or cet état de choses a-t-il toujours existé ou y a-t-il eu une époque où les terres aujourd'hui cultivées, dont il s'agit, étaient au-dessus des eaux? La réponse à cette question peut se tirer de l'impossibilité absolue de construire les digues, si actuellement elles n'existaient pas, les niveaux relatifs de l'eau et de la terre étant ce qu'ils sont. Un semblable travail, dit avec raison M. de Laveleye, serait au-dessus des forces réunies de l'Europe. Ainsi à une certaine époque les niveaux relatifs n'étaient pas ce qu'ils sont de nos jours, et cette époque n'est pas antérieure aux temps historiques, évidemment, puisque les travaux protecteurs sont nécessairement de main d'homme.

D'ailleurs l'histoire nous fournit des renseignements sur la question. Lisons César dans ses *Commentaires*. Les Morins, les Ménapiens et plus au nord les Conches, habitants des régions qui nous occupent, étaient de tous les peuples des Gaules les seuls qui eussent encore les armes à la main. Le général romain dirige contre eux son armée, avec la pensée qu'il aura bientôt fait de les soumettre; mais il ne tarde pas à reconnaître son erreur. La même tactique avec laquelle il avait triomphé d'autres nations, redoutables cependant par leur importance, ne pouvait plus lui servir ici. En effet le pays était couvert de forêts et parsemé de marécages au milieu desquels les peuples attaqués cherchaient un refuge pour eux et transportaient leur matériel. Puis de là ils faisaient des sorties impétueuses dans lesquelles l'armée romaine avait le dessus, il est vrai, mais ne pouvait remporter de grands avantages. C'est en vain que César essaie de pénétrer jusqu'aux retraites de ses ennemis en détruisant les bois qui les protégent, et se faisant contre eux des remparts des matériaux des forêts; les barbares se retirent à mesure devant ceux qui les poursuivent. Enfin, désespérant de réduire ses ennemis, à raison de la grande étendue des pays boisés et marécageux qui faisaient leur asile, César bat en retraite avec son armée et va prendre ses quartiers d'hiver, laissant pour trace de sa visite l'incendie des bourgs et des cabanes et la dévastation d'une grande surface de pays boisés. Ce n'est que bien plus tard, après dix années de luttes et d'efforts, que cette résistance inattendue fut vaincue et que ce littoral fut acquis à la domination de Rome.

De ce récit il résulte que du temps de César, il y a deux mille ans, les rivages de la mer du Nord étaient

habités par des peuples qui n'avaient pour habitations que des cabanes au milieu de bois étendus et de marais multipliés ; mais la mer ne baignait pas d'une manière permanente, comme elle le ferait aujourd'hui sans les digues, les pieds de ces arbres séculaires qui n'existent plus maintenant. L'eau, dans son flux *seulement*, dit ailleurs César, envahissait une partie de la côte.

Cette circonstance a même fait dire à Pline, qui a visité ces pays l'an 73 de notre ère : « L'océan qui se répand à grands flots dans les terres deux fois par jour, fait douter toujours si cette contrée est terre ou mer. » Il résulte évidemment aussi des relations précédentes qu'alors les digues n'existaient pas : les historiens n'auraient sans doute pas omis la mention d'un travail aussi gigantesque ; et les digues d'ailleurs auraient à cette époque, comme elles le font maintenant, protégé les terres contre l'envahissement des eaux. Ainsi nous sommes en droit d'admettre dès à présent que, vers le commencement de notre ère, les niveaux relatifs de l'océan et des terres du littoral de la Hollande étaient très-différents de ce qu'ils sont de nos jours, et que, si ce n'est pas la mer qui s'est exhaussée, c'est le terrain qui s'est affaissé. Nous savons d'ailleurs que cette dernière explication des faits est la seule admissible.

Avec les documents historiques, nous avons ici, pour les constatations, les mêmes preuves qu'on invoque généralement à l'appui de tous les autres faits de même nature. Ce sont surtout des monuments évidemment construits en terre ferme et maintenant submergés par l'océan.

La ville de Dombay, en Zélande, comptait au nombre de ses monuments, vers le milieu du troisième siècle

un temple consacré à la déesse Néhalennia. Aujourd'hui ce temple, ou plutôt ce qui en reste de débris, se trouve sous la mer, où ces ruines ont été mises à découvert par une marée exceptionnellement basse. Au mois de janvier 1647, après que les vents avaient soufflé avec violence pendant plusieurs mois de l'est et du nord-est, les eaux de la mer, refoulées plus loin des côtes, avaient laissé à nu des grèves qui ne se découvraient pas d'habitude. C'est dans les sables de ces grèves que l'on a trouvé les ruines du temple de Néhalennia. Sous les yeux des magistrats de la ville, on exhuma des pierres chargées d'inscriptions, des vases, des médailles. Presque toutes les inscriptions se rapportent à la déesse Néhalennia, figurée avec ses attributs. On la représente comme une femme assise sous un chêne touffu, tenant sur ses genoux une corbeille de fruits et posant le pied sur un gouvernail; un chien se tient accroupi à sa droite, et une corne d'abondance est déposée à sa gauche. Par les effigies des médailles, où se reconnaissent Germanicus, Trajan, Septime-Sévère, Antonin, Maxime, Posthume et Tétricus, on voit que l'enfouissement du temple remonte vers une époque qui se rapproche du milieu du troisième siècle. Ainsi c'est après, longtemps après la conquête romaine, que le sol de ces lieux aurait été envahi par les eaux, ce qui confirme les conséquences déjà émises.

Un autre monument, le château de Britten, près de Catwik, à un kilomètre en mer, se trouve aujourd'hui tellement submergé que ce n'est qu'à marées très-basses qu'on peut en apercevoir les ruines. En 1520, en 1522, en 1752, des circonstances exceptionnellement favorables ayant permis d'atteindre et de mesurer les hau-

teurs des murs, on trouva d'abord qu'ils avaient encore 8 pieds, puis 2 pieds, et enfin on ne vit plus que les pilotis des fondations. On conçoit que la destruction progressive est la conséquence du mouvement des eaux dans le flux et le reflux.

On a même, dans ces parages, à quelques kilomètres en mer, cru reconnaître sous 10 brasses d'eau les ruines d'une tour qu'aurait élevée Caligula, pour marquer le souvenir d'une victoire remportée sur les Bretons.

Nous tirerons encore une preuve de l'affaissement continu des côtes hollandaises de ce que nous dit l'histoire à propos des moyens employés pour l'évacuation des eaux des polders. A une époque non très-ancienne, au commencement du quinzième siècle, l'évacuation se faisait naturellement à marée basse pour les polders d'Enkhuisen. Mais, vers le milieu du même siècle, on fut obligé de recourir à des procédés artificiels pour faire passer les eaux par-dessus les digues, et on établit des moulins à vent pour mouvoir des pompes. Dès lors on avait des points de repère pour y rapporter les mouvements du sol. Aussi on constata, cent soixante-quatre ans plus tard, en 1616, que le sol s'était affaissé en tout de $1^{m},25$, c'est-à-dire à peu près de 75 centimètres par siècle dans cet intervalle de temps. Puis, encore cent seize ans plus tard, en 1732, on reconnut un nouvel affaissement de 31 centimètres, ce qui donnerait une valeur de 26 centimètres à peu près par siècle pour cette seconde période.

Dans d'autres lieux, on a fait le même genre de remarques et de constatations. Pour en citer encore un exemple, prenons le polder de Wierengerward. Lors de l'endiguement, en 1608, on établit un système de

moulins à vent et de pompes à un niveau convenable; mais en 1731 l'affaissement était devenu tel que l'on dut superposer un autre système à l'ancien.

On est conduit toujours à la même conséquence par l'observation des niveaux relatifs des terrains conquis à la mer : plus la conquête est ancienne, plus son niveau est bas. C'est ainsi que pour les polders de la rive gauche de l'Escaut on reconnaît que le terrain a une pente prononcée des rives actuelles du fleuve à l'intérieur des terres. Or cette disposition est précisément l'inverse de celle qui a lieu ordinairement vers les bords des fleuves. La contradiction s'explique par ceci que les endiguements sont des conquêtes successives faites à mesure de l'envasement de la rive gauche de l'Escaut et pendant que le terrain a continué de s'affaisser au-dessous du niveau moyen de la mer.

Les faits d'affaissements dont nous venons de citer des exemples ne sont pas limités à la portion de côtes dont nous avons parlé, ce sont des particularités d'un mouvement qui s'opère sur une grande échelle. L'affaissement se produit en effet depuis le Pas-de-Calais jusqu'au nord de la Hollande. La dépression n'a pas néanmoins partout la même valeur, mais au contraire va en diminuant de l'embouchure des fleuves l'Escaut, la Meuse, le Rhin, où cette valeur atteint son maximum. Ceci est indiqué d'abord par le niveau du sol moyen des villes côtières; puis l'indication est complétée par l'observation du niveau général des terres cultivées. En moyenne, le pavé de Calais est à un peu plus d'un mètre au-dessus du niveau des hautes marées; à Dunkerque et à Gravelines, il n'est guère que de 60 centimètres au-dessus; à Ostende, on ne mesure plus que

3^{m},25; à Amsterdam et à Rotterdam, les rues sont plus basses que le niveau des hautes eaux. Pour le sol cultivé, il est à Calais au niveau de la haute mer; à Dunkerque, il est d'un mètre plus bas; le long de l'Aa, 1^{m},50; à Furnes, 3 mètres; les anciens polders de l'Escaut, 3^{m},50, presque le niveau des basses eaux; enfin, à l'embouchure de la Meuse, le sol des polders est de 1 à 2 mètres inférieur au niveau des plus basses eaux.

L'affaissement s'est donc produit sur une bande de terrain d'une longueur qui n'a pas moins de 800 kilomètres, et on peut estimer à 50 kilomètres sa largeur moyenne. Disons quelques mots sur la composition du sol et du sous-sol de la région affaissée. Le sol, d'une épaisseur qui ne surpasse pas 4 mètres vers la mer, va s'amincissant vers l'intérieur, où il se termine en lame mince. C'est un mélange de sable et de vase limoneuse, où le limon domine. Cette dernière substance, analogue à celle que déposent constamment les fleuves sur leur fond, donne au sol une fertilité extrême, qui se continue jusqu'aux limites sinueuses intérieures de la zone dont nous parlons et que pour cela on peut distinguer des terres de moindre valeur qui sont en dehors. Nous aurions pu dire que la bande de ces terrains fertiles commence par une pointe vers le Pas-de-Calais et va s'élargissant jusqu'à la région qui correspond au maximum d'affaissement, et qu'elle conserve sa largeur dans les pays qu'elle parcourt au delà. Sa surface supérieure présente d'ailleurs une plaine unie, où l'on ne rencontre aucun rocher.

Au-dessous de la couche alluvionnaire se trouve un terrain tourbeux presque continu, d'une épaisseur qui

atteint quelquefois 4 à 5 mètres. La tourbe y est composée de roseaux, de joncs, de fougères, de feuilles, de mousses et de branches d'arbres. Elle est identique à celle des tourbières de la Campine, de la Hollande, du Holstein, du Hanovre et de toute la Basse-Allemagne. Le sol tourbeux non-seulement se prolonge fort loin dans les terres, mais se continue dans la mer; car on l'a trouvé et on a exploité le combustible dans le sable de l'*estrand*, c'est-à-dire dans la plage que laisse la mer entre son flux et son reflux. Puis aussi une grande quantité de tourbe est rejetée par la mer sur les côtes de l'île de Walcheren à chaque tempête un peu violente. Ainsi la couche tourbeuse, dans son ensemble, semble être une formation géologique qui constituait à une certaine époque un sol superficiel étendu.

Le terrain de la tourbe a pour sous-sol une terre sablonneuse ou argileuse analogue au sol d'une partie de la Belgique, de la Prusse et de la Basse-Allemagne, où l'on trouve aussi disséminées une immense quantité de tourbières. C'est dans le terrain sablonneux ou argileux qu'étaient implantés les arbres des forêts qui servaient de retraite aux peuplades attaquées par César. On rencontre, en effet, entre la tourbe et le sol une multitude de troncs d'arbres, qui sont pour la plupart des sapins; mais il y a aussi des chênes et des noisetiers dont les fruits se retrouvent dans la tourbe. De ces arbres, les uns sont couchés et les autres sont encore sur leurs racines qui plongent dans leur sol. Généralement ces forêts souterraines indiquent une végétation luxuriante.

L'enfoncement de la couche argilo-sablonneuse et des forêts qui y végétaient date d'une époque qui n'est pas

relativement très-ancienne, et à coup sûr ne remonte même pas jusqu'à l'époque de la conquête romaine. C'est ce qu'établissent les découvertes qui ont été faites dans ces terrains. On a extrait de la tourbe des vases en terre, des plats portant des figures et même des caractères romains, un marteau en fer, une planche, des tombeaux, des autels votifs, des fioles en verre, des vases en terre de toutes couleurs, des monceaux de cendres et de tisons à demi brûlés. Mais ce qui donne des dates plus précises aux événements géologiques, ce sont des médailles de l'époque de l'invasion des Romains, que l'on rencontre assez fréquemment entre la vase et la tourbe.

Ainsi toutes les observations s'accordent pour établir que les pays situés aux embouchures de la Meuse, du Rhin et de l'Escaut ont été couverts de forêts épaisses et marécageuses; qu'une formation très-active de tourbe a superposé un nouveau sol à celui des bois; enfin, qu'un troisième sol vaseux est venu surmonter les deux autres. Les deux dernières formations sont même postérieures à l'invasion romaine, et ainsi leur origine ne remonte pas à beaucoup plus de deux mille ans, pour la plus ancienne.

Si l'on veut calculer les valeurs de l'affaissement du sol d'après des données différentes, on arrive, comme nous allons le voir, à un accord remarquable pour des calculs de cette nature. Le temple de la déesse Néhalennia a été envahi par la mer vers l'an 270; or, en 1646, ses ruines découvertes se trouvaient à un niveau plus bas d'à peu près 7 mètres; ce fait indiquerait donc un affaissement de 4 à 5 millimètres par an. Nous avons vu, d'un autre côté, que le polder d'Enkhuisen

s'est enfoncé, en deux cent quatre-vingts ans, de 1m,83, c'est-à-dire d'à peu près 6 millimètres par an. Enfin, l'île des Bataves, l'île de Walcheren, habitée du temps de Tacite, devait s'élever notablement au-dessus des marées des syzygies; or aujourd'hui l'ancien sol est au-dessous des basses marées, c'est-à-dire affaissé de 8 à 10 mètres en deux mille ans : c'est donc un enfoncement de 4 à 5 millimètres par année.

Le fait de l'affaissement du sol nous paraît maintenant établi : essayons de suivre à travers les siècles les conséquences de ce mouvement et les changements qui ont dû en résulter pour la surface. Vers l'époque de l'invasion romaine, aucun travail ne combattait la tendance aux empiétements de la mer. A mesure que le niveau du sol s'abaissait, le flux portait les eaux salées plus avant dans les terres, puis le reflux laissait plus ou moins à sec des portions de surface précédemment submergées. On conçoit l'action de ce mouvement alternatif des eaux qui avait lieu deux fois par jour: c'était la destruction progressive des arbres des forêts, dont la plus grande partie, brisés par les vagues, parsemaient de leurs débris la tourbe qui envasait la région inférieure de leurs troncs. Que les choses se soient passées ainsi, nous le concluons facilement et de l'état du sous-sol et des découvertes qu'on y a faites; mais, de plus, Pline, avons-nous dit déjà, qui a visité ces lieux l'an 73 de notre ère, nous l'apprend positivement. En parlant des Conches, qui habitaient au nord des Morins, il nous dit : « L'océan, qui se répand à grands flots sur les terres deux fois par jour, fait douter éternellement si cette contrée est terre ou mer... Les misérables habitants établissent leurs cabanes sur des éminences élevées en

quelques endroits par la nature et ailleurs par la main de l'homme, à des hauteurs que n'atteignent pas les marées. A voir ces habitations lorsque l'eau les environne, on les prendrait pour autant de vaisseaux en pleine mer; quand les eaux se sont retirées, on dirait voir des bâtiments échoués. »

Le mouvement alternatif d'envahissement et de retrait des eaux avait donc pour effet, on le comprend, la destruction des arbres des forêts. Le sol s'affaissant de plus en plus, l'œuvre de destruction s'avançait progressivement dans les terres. Les arbres brisés par la vague jonchaient de leurs débris la tourbe qui envasait la partie inférieure des troncs. Mais si quelques-uns des arbres étaient déracinés par l'effort du flot montant ou descendant, tous ne l'étaient pas : quelques-uns au moins, solidement implantés, restaient sur leurs racines, et l'on trouve encore leurs troncs dans cette situation. Telle est l'origine de ces forêts sous-marines dont on trouve tant d'exemples dans le sous-sol de ces lieux.

Tant que l'affaissement n'a pas descendu le niveau de la terre beaucoup au-dessous des hautes marées, les Barbares de ces contrées, d'ailleurs peu cultivateurs alors et partant peu appréciateurs de la valeur des terres cultivables, ont laissé les choses suivre leur cours naturel et se sont contentés de se retirer à mesure que le fléau s'avançait. Plus tard, l'homme plus civilisé a compris qu'il pouvait faire mieux que de fuir, et il a voulu lutter contre l'envahissement. Alors les digues ont été conçues et l'exécution de ce rempart contre les attaques de la mer a été commencée. D'abord, lorsque le sol était peu au-dessous des hautes marées ou sensiblement au-dessus des basses mers, les constructions étaient

faciles : une petite hauteur suffisait à l'endiguement, et une grande résistance n'était pas nécessaire aux travaux protecteurs. Mais, le sol s'enfonçant de plus en plus, la force à combattre augmentait elle-même de plus en plus, et il a fallu, en ajoutant à la hauteur, ajouter à la résistance des travaux protecteurs. C'est ainsi que progressivement on est arrivé à ce travail gigantesque d'endiguement dont sont étonnés si fort ceux qui le visitent et qui ne sont pas renseignés sur la gradation par laquelle il a été amené à ses proportions actuelles.

Ce qui précède s'applique spécialement aussi aux rivages belges compris depuis la mer jusqu'à une ligne qui d'Anvers passerait à Nieuport, en y joignant une langue de terre au sud de cette dernière ville. Ce terrain, aujourd'hui à sec, bien cultivé, fertile et par suite recouvert d'une population nombreuse, était, au temps des Romains (Académie royale de Bruxelles), occupé par des bois, des marais et des tourbières. Alors une chaîne de dunes sablonneuses le protégeait contre les vagues ; mais celles-ci, poussées par des orages, triomphèrent à la fin de la résistance de la barrière, firent irruption surtout pendant le cinquième siècle et amenèrent sur la tourbe auparavant stérile un limon argileux qui a créé la fertilité. L'origine récente de la couche argileuse, qui a jusqu'à 3 mètres d'épaisseur, est d'ailleurs indiquée par la présence de coquilles récentes et par celle d'objets d'art qui donnent des dates plus précises. Depuis, luttant contre les velléités de la mer, les habitants lui ont opposé des digues, qui comprennent quelques dunes naturelles, et sont parvenus, malgré des désastres fréquents, à se rendre maîtres à leur profit des terrains exhaussés par les dépôts de l'océan.

Si donc en fin de compte la victoire reste à l'homme dans la lutte contre l'océan sur les côtes de la mer du Nord, la mer a eu ses jours de triomphe, jours terribles pour les habitants de ces rivages, surpris par l'envahissement des eaux. Même l'exemple que nous venons de citer n'est qu'un faible échantillon des désastres plus déplorables subis par les régions plus septentrionales. Entrons dans quelques détails sur ces faits remarquables. Nous laisserons toutefois de côté, dans notre énumération des catastrophes, les faits désolants causés par une criminelle malveillance ou déterminés non moins criminellement en vue des intérêts politiques de prétendants.

Le territoire qui aujourd'hui constitue l'île de Walcheren, est violemment séparé du continent dans le cours du troisième siècle, par un flot furieux par lequel est coupée la langue de terre qui l'y unissait. Beaucoup plus tard, entre le quatorzième et le dix-huitième siècle, certaines parties des îles Walcheren et Beveland sont emportées par la mer, en même temps que le flot enlève des districts très-populeux de Cadsand. Il est vrai que la terre s'augmenta, au milieu de ces catastrophes, de l'ensablement de quelques criques qui furent comblées; mais le gain était loin de balancer la perte. Plus au nord, après avoir fait en 1421 une invasion des plus mémorables, la mer détruit complétement et disperse en débris l'île d'Orisant, dont elle ne laisse pas un *témoin*. En 1421 le flot, ayant envahi l'embouchure de la Meuse et du Waal réunis, passa sur la jetée qui séparait Dort et Geertruidenberg, puis inonda soixante et douze villages, dont trente-cinq furent si complétement perdus qu'on n'en a vu depuis aucun vestige. Alors encore le Bies-

Bosch, commencé en 1277, se creuse entièrement dans le continent, tout en noyant les paysans par milliers. Depuis, la place autrefois occupée par les trente-cinq villages complétement détruits a été comblée graduellement, et en 1835 elle était devenue une vaste plaine encore inhabitée, mais aujourd'hui riche par les fourages qu'on y récolte. Quant aux autres villages, après avoir subi des désastres partiels, des pertes considérables en hommes et en richesses, ils ont été de nouveau émergés. Plus au nord encore se trouve sur la côte un long alignement de dunes souvent ouvertes par l'impétuosité des vents du sud-est qui poussent les sables vers la mer. En remontant encore, on trouve, au nord de La Haye, Scheveningen, dont la moitié a été emportée par les vagues en 1570. Puis toujours plus au nord Catwick, à l'embouchure du vieux Rhin, a subi en 1719 une invasion de la mer : 200 mètres de son sol ont été enlevés par le flot, deux de ses rues ont été submergées, et la ville, auparavant assez éloignée de la mer, se trouve depuis assise tout au bord de l'eau. En remontant toujours vers le nord, d'autres localités littorales, Petten en particulier, n'ont pu se garantir de l'envahissement du flot que par un rempart de digues. Et nous aurions pu signaler que la mer fit en 560 une irruption vers l'embouchure du vieux Rhin et déplaça ce fleuve ; c'est alors que le château de Caligula (*arx britannica*) reste au milieu des flots. Mais passons à un événement plus important encore, la formation d'un golfe qui, à raison de son étendue, obtient quelquefois le nom de *mer*.

Au temps de Tacite, plusieurs lacs parsemaient, entre la Frise et la Hollande, le terrain qu'occupe aujourd'hui

le Zuyderzée. Le principal de ces amas d'eau, le lac Flevo, devait son origine, suivant Pomponius Méla, à un ancien débordement du Rhin sur les terres basses — et c'est probablement la même cause qui a engendré les autres réservoirs. — Ces régions avaient été déjà plusieurs fois envahies par les mers, lorsque commencèrent avec le treizième siècle les empiétements de l'océan, qui transforma tout cet espace en un vaste golfe. Alting a puisé l'histoire de cet événement fameux dans des documents manuscrits dus à des contemporains des provinces voisines et transmis de génération en génération jusqu'à nos jours. Voici cette histoire abrégée. En 1205, l'île de Wieringen, au sud de Texel, faisait encore partie du continent; mais à la suite d'inondations postérieures, dont la dernière eut lieu en décembre 1251, elle se trouva complétement isolée. Plus tard, la mer ravagea et engloutit successivement de grandes parties de l'isthme riche et populeux formant une basse terre au nord du lac Flevo, entre Staveren dans la Frise et Medemblik en Hollande. Mais c'est en 1282 que la rupture fut complète: la mer arracha un vaste espace de terrain avec plusieurs villes qui y florissaient. Ensuite cependant d'une réaction partielle, d'assez grandes étendues, d'abord submergées, furent remises à sec. Toutefois la brèche s'est encore élargie. Aujourd'hui le détroit au sud de Staveren a 4 lieues de large à peu près, avec une profondeur de 2 ou 3 brasses, et la baie, de forme circulaire irrégulière, mesure de 11 à 14 lieues de diamètre.

Dans ce même treizième siècle aussi, vers 1231, les lacs de Haarlem, au sud de la ligne qui joint la ville de ce nom à Amsterdam, avaient commencé de perler sur

le sol affaissé. Depuis, ils ont grandi peu à peu, et enfin, au milieu du dix-septième siècle, ils se sont réunis en un seul pour s'étaler en une mer intérieure.

On peut suivre presque parallèlement à la côte une chaîne d'îles et d'îlots, depuis Texel jusqu'à l'embouchure de l'Elbe. Ce sont comme des *témoins* ou plutôt des vestiges d'un sol autrefois émergé, et qui indiquent l'empiétement de la mer dans tout ce long espace. Depuis que Pline comptait ces îles, elles ont d'ailleurs beaucoup diminué, non-seulement en étendue, mais en nombre. C'est ainsi que des vingt-trois, dénombrées par le naturaliste romain, entre Texel et l'Eyden, il n'en reste plus aujourd'hui que seize, toutes de dimensions moindres. Il doit cependant être signalé un fait : c'est que quelques-unes, tout en perdant au nord, ont gagné, mais moins, il est vrai, par des ensablements du côté du continent.

Sur les rivages parallèles aux îles dont il vient d'être question, la mer a fait de nombreuses déchirures, parmi lesquelles nous citerons le Dollart à l'embouchure de l'Ems et le golfe de Jahde près de l'embouchure du Weser. A l'époque de l'expédition romaine, l'Ems se jetait dans la mer par trois bras au travers d'une plaine alluvionnaire d'une grande fertilité. Une presqu'île existait formée par la basse-terre qui avoisinait Emden. Or, toujours dans ce fameux treizième siècle, en 1277, une première inondation avait détruit une partie de cette presqu'île ; puis d'autres inondations, dans le quinzième siècle, vinrent ajouter leur action destructrice. Aussi en 1507, d'une ville considérable, Torum, il restait seulement une faible portion que l'érection de môles n'empêcha pas d'être emportée avec des villages, des bourgs,

des monastères au nombre de cinquante. Quant au golfe de Jahde, presque aussi étendu que le Dollart, il a été creusé graduellement, de 1016, date du commencement de sa formation, à 1631, époque où il avait acquis à peu près le développement qu'il présente aujourd'hui.

Si l'on jette les yeux sur la carte du Schleswig et du Jutland, qu'on examine la configuration des côtes, les îles ou plutôt les restes d'îles qui courent le long de ces côtes, on verra que ces parages ne présentent pas moins d'indices de dégradations et d'envahissements par la mer que les régions côtières plus méridionales. On peut même, sans effort d'imagination, arriver facilement à conclure que le Jutland ne tardera guère à devenir une île et que l'océan se fraiera sous peu de temps un passage direct pour entrer dans la Baltique. D'ailleurs déjà quatre fois au moins, depuis l'époque historique, la grande mer a coupé la barre de sable qui l'empêche ordinairement de pénétrer dans le Lym-Fiord et qui déjà communique à la Baltique par son extrémité orientale. Au surplus, à la suite de l'irruption océanique de 1824, jusqu'en 1837, la baie du Fiord était encore en communication avec l'Océan par vaisseaux de 100 tonneaux.

Entre l'Elbe et l'Eyder, au sud-est du Schleswig, sont des îles formées de sédiment et que protégent des digues. D'autres se sont formées qu'on a protégées de la même manière; mais après dix siècles de sécurité apparente pour les habitants qui les cultivaient, quelques-unes ont été détruites subitement. Ainsi c'est par une de ces catastrophes que périrent, en 1216, plus de 10,000 habitants de l'Eyderstedt et du Dithmarschen; puis, le 11 octobre 1634, les îles et la côte, jusqu'au Jutland, furent

bouleversées de fond en comble par un effroyable déluge.

C'est à la catastrophe de 1634 que se rattache la destruction de Nordstrand. En 1240 cette île presque soudée au continent constituait une étendue de 9 à 11 milles géographiques du nord au sud, et de 6 à 8 de l'est à l'ouest, qui, réunie à quelques îles voisines, formaient la Frise septentrionale. Alors elle était très-peuplée, bien cultivée et très-fertile. A la fin du seizième siècle, elle était déjà bien réduite, mais toujours renommée pour sa culture, sa fertilité et sa nombreuse population relative. Elle continua de subir des pertes et avait encore 4 milles de circonférence qui comptaient 9000 habitants, lorsque le soir du 11 octobre 1634 une vague violente passa sur l'île, arrachant 1300 maisons avec les églises, noyant plus de 6000 des habitants et 50,000 bêtes à cornes. De toute la terre il n'est resté que trois maigres îlots, dont le moins petit a retenu le nom de *Nordstrand*. Encore, attaqués incessamment par la mer, ces lambeaux de terrain sont-ils prédestinés à disparaître complétement dans un avenir qui n'est peut-être pas très-éloigné.

Ce que nous venons d'en exposer suffit à donner une idée de toutes les catastrophes dont le Jutland, la Chersonèse Cimbrique des anciens, a été nombre de fois le théâtre. Aussi ne partagerons-nous pas l'opinion de Strabon, qui relègue parmi les fables un fait de cette nature, après avoir rapporté lui-même que l'océan envahit si rapidement la côte que des hommes à cheval purent à peine échapper. C'est à la même tradition que s'appliquent ces paroles de Florus : « Les Cimbres, les Theutons et les Tiguriens, chassés par l'inondation de l'extrémité sep-

tentrionale de la Gaule, cherchaient par toute la terre un lieu où ils pussent s'établir. » L'événement auquel il vient d'être fait allusion, connu sous le nom de *déluge cimbrien*, aurait eu lieu, suivant l'histoire, trois siècles avant l'ère chrétienne ; mais il est présumable que cette catastrophe a été précédée, comme elle a été suivie, de beaucoup d'autres de moindre importance, semblables à celles que nous avons décrites.

Nous terminons ici les détails, même peut-être un peu longs, dans lesquels nous avons cru devoir entrer sur les mouvements du nord, des contrées les plus voisines de la France. Ajoutons cependant quelques réflexions générales en forme de conclusion.

Une question intéressante à se poser, au sujet du grand mouvement dont il s'agit, est sans doute celle-ci : l'affaissement de ces littoraux doit-il se continuer indéfiniment, ou bien est-ce comme sur les côtes de Pouzzole dont nous parlerons, la portion descendante d'une oscillation verticale du sol ? En d'autres termes, y a-t-il ou n'y a-t-il pas des raisons de présumer que ces sols, après s'être affaissés jusqu'à une certaine limite, se soulèveront pour reprendre un niveau supérieur à celui des eaux ? Quelques observations semblent dire que la valeur de l'affaissement suit une espèce de progression décroissante sur les rivages de la Hollande. En effet, après avoir été de 9 millimètres par an au quinzième siècle il aurait eu une moyenne de 6 millimètres par an du quinzième au dix-huitième siècle, et seulement $2^{mm},5$ aussi par année, au dix-huitième. Doit-on conclure de ces résultats que la période descendante toucherait à son terme ? La durée sur laquelle portent les observations est trop courte pour que la conséquence soit suffisam-

ment légitimée. Quant à la partie de la question qui a rapport à dire si le mouvement est ou non oscillatoire, on est moins encore en mesure d'y répondre, à raison toujours du peu de durée des observations dans le passé. Une solution de cette dernière partie de la question ne pourrait guère s'appuyer que sur des considérations théoriques puisées dans la mécanique de l'univers. Nous en toucherons un mot ailleurs. — Enfin le mouvement a-t-il été lent et sensiblement régulier? Nous ne le croyons pas. L'histoire des faits ne nous montre-t-elle pas des catastrophes violentes séparées par des intervalles d'une tranquillité relative? Ne dirait-on pas que, à certaines époques, la terre, violemment secouée, communique aux eaux une agitation furieuse qui les précipite hors de leurs limites? A la suite de ces crises les sols semblent généralement avoir perdu de leur altitude; mais nous avons vu aussi que dans quelques cas exceptionnels il y a eu émergence nouvelle de terrains momentanément submergés. Ces faits donc semblent montrer une certaine analogie avec les faits convulsifs appelés *tremblements de terre*, et d'ailleurs, ainsi que nous l'avons déjà dit, ils doivent reconnaître la même cause générale plus ou moins modifiée.

CHAPITRE IV.

Mouvements de sols dans quelques points de la France centrale et des régions voisines.

Nous avons dit déjà suffisamment que le mouvement des littoraux de la mer du nord s'étend aux côtes belges et aux rivages français de la Manche et du Pas-de-

Calais; nous n'y reviendrons pas. Nous allons passer aux mouvements observés sur des côtes plus méridionales de l'océan français et des régions voisines. Car il n'y a pas que la portion tout à fait septentrionale de nos côtes qui ait subi un déplacement dans le sens vertical : sur ou sous toutes nos lignes de côtes océaniques on peut trouver, soit dans les terres, soit dans les mers, des indices que les terrains ont changé de niveau.

Les indices qu'on rencontre sur la terre, sont l'indication sur les roches de la rive des lignes qu'atteignait autrefois le flot et où il n'arrive plus aujourd'hui; ce sont encore, à quelque distance des rivages et au-dessus du niveau de l'eau, des amas en bancs dans leurs positions naturelles, de coquillage qui vivent dans les mers voisines. Citons à ce propos l'exemple remarquable de l'observation faite par Fleuriau de Belle-Vue sur les côtes de la Charente-Inférieure.

Au sud-ouest de la ville de Luçon, entre les anciennes îles de la Dune et de Saint-Michel-en-l'Herm, c'est-à-dire à 6 kilomètres à peu près de la mer, on voit trois éminences de hauteurs comprises entre 10 et 15 mètres et qui ont en longueur, la première 208 mètres, la deuxième 72 mètres, la troisième 520 mètres. Ces éminences ou buttes sont des amas considérables, on le voit par leurs dimensions, de coquilles qui appartiennent à l'huître comestible, à l'anomie pelure d'oignon, au peigne commun, à la modiole barbue, à la pourpre imbriquée, à la nasse réticulée, au sabot, au gland de mer. Ce sont en un mot des espèces identiques à celles qu'on rencontre actuellement vivantes auprès des rivages voisins, sans aucun mélange de coquilles qui vivent dans les fleuves, dans les vases ou dans les sables de

ces districts. En outre si l'on prend de ces coquilles celles qui sont dans l'intérieur des buttes et non celles de la surface, on reconnaît qu'elles sont presque aussi entières et aussi solides que si on les sortait de la mer; on reconnaît que beaucoup ont conservé des couleurs très-fraîches, que la plupart des bivalves ont encore les deux valves réunies. Puis on peut facilement constater aussi que l'ensemble offre la disposition générale des bancs coquillers de l'époque actuelle. Ainsi les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm sont de véritables bancs d'huîtres, que la mer semble avoir abandonnés depuis un petit nombre de siècles seulement, depuis que la température et le degré de salure des eaux étaient déjà ce qu'ils sont aujourd'hui. Or des niveaux relatifs actuels des buttes et de la surface de l'Océan il résulte ou que la mer s'est abaissée de 20 mètres au moins ou que le sol des bancs d'huîtres s'est élevé de cette quantité. Fleuriau de Belle-Vue, après s'être livré à la discussion des probabilités des deux explications, semble ne pas oser conclure et opter pour l'une ou pour l'autre; mais aujourd'hui nous savons qu'il n'y a pas à avoir d'hésitation. Une seule explication est admissible et possible, c'est l'exhaussement ou le soulèvement des rivages au-dessus de leur ancien niveau.

Quant aux indices fournis par la mer, ils consistent pour notre Océan, en ruines de monuments submergés, en ruines de forêts sous-marines, dont on peut apercevoir les sommets, lorsque des circonstances favorables diminuent temporairement l'épaisseur du voile d'eau qui les recouvre. Souvent on a pu distinguer les lignes des murs des constructions submergées; souvent on a pu reconnaître que ce qui reste des troncs des arbres des

forêts se trouve à la place où les arbres ont vécu. D'ailleurs les ancres des navires ont maintes fois amené au jour de l'atmosphère des portions de ces bâtiments ou de ces forêts indiquant par l'état où ils se trouvaient que l'effort les avait arrachés du lieu que leur avait assigné la nature ou l'art.

Les légendes qui se disent dans le voisinage de notre océan sont quelquefois comme la tradition et la consécration de faits semblables d'immersion. Ces récits toutefois ne se bornent pas généralement à dire que là, sous les flots, se trouve, par exemple, à la place où elle a vécu, le cadavre d'une cité qui a dominé la haute mer. Dans leur poésie naïve et avec leur pression pour le merveilleux, les conteurs expliquent la submersion par des causes surnaturelles, où le diable joue presque toujours un rôle qui fait palpiter les écouteurs d'intérêt et d'effroi. Mais au travers des fables, faciles à distinguer, la science a su démêler des réalités, que l'observation ultérieure a pu vérifier. Il en est ainsi de l'exemple suivant qui se rattache à une narration que se font les habitants crédules des côtes bretonnes, aux environs de la baie de Douarnenez.

Cette baie où, à marée haute, la profondeur des eaux est assez considérable, est l'emplacement même d'une cité autrefois florissante, la ville d'Ys, en son vivant capitale de la Cornouaille. Au sud, non loin d'une limite qu'on appelle *pointe de Plogoff*, lorsque le vent pousse au large et que la mer est basse, on distingue clairement, à 5 ou 6 mètres sous l'eau, des pierres druidiques, des autels, des portions de murs, des ruines de monuments divers. Puis, ce n'est pas seulement au sud de la baie qu'existent ces témoignages de submer-

sion; on les retrouve encore du côté tout à fait opposé, et même ce sont indubitablement des ruines parsemées tout au travers de la baie, qui font les récifs qu'ont à éviter les barques des pêcheurs. La baie donc à peu près tout entière serait l'emplacement de l'ancienne ville, de la ville morte et ensevelie par la mer.

Au seizième siècle, alors que l'eau était moins profonde, un observateur, le chanoine Moreau, a pu suivre les lignes continues d'une vaste enceinte en maçonnerie, et extraire du sol voisin de ces ruines des urnes cinéraires et des sarcophages en pierre; il a pu même constater l'existence de deux chemins pavés, l'un se dirigeant vers Quimper, l'autre vers Cochain. Un deuxième observateur, le voyageur Camby, ajoute que quand l'ouragan d'une forte tempête a soulevé les sables du fond, on aperçoit les troncs d'ormeaux noircis par leur séjour prolongé sous les eaux, mais alignés avec la régularité d'une plantation sur place. Or les murs encore disposés en enceinte continue, les arbres encore alignés avec régularité, la profondeur croissante de la baie, ne sont-ils pas des indices suffisamment révélateurs qu'il n'y a pas eu un abîmement, mais un affaissement lent et progressif, qui même se continue de nos jours?

D'ailleurs on sait que fréquemment les côtes de Bretagne, où les marées ont une amplitude extraordinaire, sont envahies par des flots exceptionnels. Dans le neuvième siècle même, dit-on, plusieurs villages et plusieurs forêts furent abîmés, et parmi les changements que la côte subit alors on cite que la colline de Saint-Michel fut détachée du continent. En 1500, Bourgneuf et d'autres communes du voisinage furent inondées; en 1735,

un violent orage, dit Von Hoff, mit a découvert et permit d'apercevoir les ruines de Palnel.

Nous avons dit que de l'observation du régime d'un fleuve il est quelquefois permis de présumer que la vallée où il coule peut bien avoir subi un mouvement dans les âges passés. Nous nous contenterons de citer un exemple, c'est celui de la vallée d'Alsace, parcourue longitudinalement du sud au nord par le Rhin et où nous avons pu faire personnellement quelques observations, au point de vue qui nous occupe.

Nous avons visité dans un zone transversale assez large, qui comprendrait Colmar, un assez bon nombre de fouilles ou de creusages exécutés dans un intérêt quelconque, agricole ou industriel. Or si nous ne nous abusons, et l'observation peut être facilement contrôlée, presque partout au-dessous de la terre arable se trouve une couche d'argile limoneuse qui passe insensiblement au sable fin, au gravier de plus en plus grossier, à des cailloux roulés de plus en plus volumineux. C'est absolument la même disposition, la même succession qu'on remarque sur les bords du Rhin ; et ce qui rend l'analogie plus frappante encore, les cailloux roulés du sous-sol de la plaine ou de la vallée sont identiques à ceux que charrie le fleuve. Ne peut-on *raisonnablement* voir dans ce fait de composition du sol un indice quelque peu probable que dans les âges passés un cours d'eau abondant a occupé au moins successivement toute la largeur de la vallée? On pourrait peut-être présumer de quelques observations, là où les creusages ont plus de profondeur, que le cours d'eau aurait occupé la vallée plusieurs fois, s'éloignant alternativement de chaque bor-

dure de montagne pour se rapprocher de l'autre. Dans cette hypothèse, peut-être hasardée, le fleuve qui, aujourd'hui à la hauteur de Colmar, lèche les pieds des roches où est perché Vieux-Brisach, tout à l'est de la vallée, aurait eu son courant, à une époque sans doute très-reculée, sur le territoire de Colmar et peut-être même plus à l'ouest, jusque contre les racines des monts vosgiens. Puis le courant, usant ses rives orientales, se déplaçant parallèlement à lui-même, se serait rapproché peu à peu, insensiblement, des montagnes de la Forêt-Noire, laissant sur le fond qu'il abandonnait la succession des dépôts qu'on trouve aujourd'hui dans la plaine. Cette hypothèse, que nous risquons timidement, expliquerait rationnellement la succession de bas en haut des cailloux volumineux, des graviers plus ou moins grossiers, des sables moins et plus fins, d'argile limoneuse. Puis, qu'on nous laisse ajouter, comme un indice de plus, que le fleuve semblerait avoir aujourd'hui une tendance à revenir de la position limite qu'il occupe et à se déplacer dans le sens opposé. Après avoir eu en effet son lit à l'est de Vieux-Brisach, il passe aujourd'hui tout entier à l'ouest de cette ville, laissant libre à la culture le lit oriental abandonné. Nous savons de plus que si des travaux sont faits sur la rive allemande, en vue de nous donner de l'eau pour de la terre, les ingénieurs français n'ont pas moins à faire pour combattre la tendance du courant à ronger les rivages alsaciens. Mais, nous le répétons, ce n'est que timidement que nous avançons notre hypothèse sur ce fait particulier, quoiqu'elle explique la composition du sous-sol. Nous la livrons à l'examen et à l'appréciation des observateurs compétents, de ceux surtout qui sont à même de recueillir un grand

nombre de faits et d'en asseoir plus largement les conséquences. Aussi laisserions-nous volontiers en suspens la conséquence à tirer et qui se présente à notre plume. Nous la risquons cependant, et la voici : le territoire de l'Alsace tournerait lentement autour d'un axe plus ou moins différent d'une parallèle à la direction de son fleuve ; c'est que la rotation, après avoir été de sens opposé, aurait pour effet à notre époque de relever le côté oriental et d'abaisser relativement le côté occidental de la vallée. Ce serait, comme on le voit, un mouvement semblable à celui des régions septentrionales de l'Europe et de l'Asie. Mais laissons de côté ces vues presque exclusivement théoriques et revenons à l'examen de preuves très-positives de l'affaissement du sol en des districts différents des régions qui nous ont occupé.

Nous avons parlé de l'existence de forêts ensevelies sous les eaux ou enfoncées dans le sol à des profondeurs qui les mettent au-dessous du niveau de la mer et que, pour cette raison, nous avons appelées *forêts sous-marines*. C'est surtout de ces réalités que nous allons parler maintenant. Mais, d'abord, les dépôts houillers ne sont-ils pas aussi de véritables forêts sous-marines dont la décomposition ou le changement d'état a subi des modifications plus marquées, par un séjour plus long dans les profondeurs qui les cachent au jour de l'atmosphère? Disons donc un mot de ces gisements houillers, puisque incontestablement le sol qui a porté et nourri les végétaux dont ils proviennent, a subi depuis lors un affaissement. Que la houille doive son origine à des végétaux qui ont vécu sur la terre au contact de l'atmosphère,

comme les arbres de nos forêts, comme les végétaux dont l'accumulation constitue la tourbe que nous voyons se former encore sous nos yeux, cela est incontestable, et personne, assurément, ne pense à le contester. Ne retrouve-t-on pas, en effet, dans les accumulations de cette substance les formes végétales en place avec leurs troncs et leurs racines carbonisés? Ne retrouve-t-on pas sur les schistes des terrains houillers les empreintes des organismes et particulièrement des feuilles si bien conservées avec leurs détails les plus délicats, que le naturaliste n'éprouve pas le moindre embarras à les classer? On a même extrait de ces amas des feuilles, des fruits que les circonstances de leur enfouissement avaient préservés de la décomposition aussi bien que les soins qu'on donne à un herbier.

Il est de ces dépôts que le mineur va chercher dans des galeries creusées bien au-dessous du sol marin actuel; il en est que l'industrie de l'homme va chercher à des centaines de mètres au-dessous du niveau des basses eaux. Il est d'autres dépôts qui, au contraire, se trouvent aujourd'hui à des centaines de mètres au-dessus du niveau des hautes eaux, bien que ces formations, géologiquement parlant, soient contemporaines des premières. Comment expliquer les situations actuelles de ces gisements par une autre hypothèse que celle d'un affaissement pour les premières et d'un exhaussement ou d'un soulèvement pour les autres? Or les dépôts houillers, à des altitudes très-diverses et très-différentes du niveau de la mer, se trouvent disséminés partout à la surface de la terre. Dans nos régions particulièrement, où les houilles sont extraites des profondeurs du sol, on les trouve en Hollande, en Belgique, dans la France

septentrionale, centrale ou méridionale; on les trouve en Angleterre, en Allemagne, en Prusse; on les trouve dans une foule de points en Europe. Donc, en tous ces points il y a eu mouvement du sol. Mais ici l'affaissement n'a pas une date historique, tant s'en faut : les débris végétaux qui ont concouru à faire la houille, appartiennent généralement à des espèces disparues longtemps avant l'apparition de l'homme; les organisations animales dont on y rencontre les restes ou les empreintes, indiquent aussi une forme qui s'éloigne trop de la forme actuelle pour qu'on ne lui assigne pas une existence de beaucoup antérieure au commencement de notre âge géologique.

Mais, sans remonter aussi haut dans les annales de l'histoire de notre globe, nous trouverons des indices analogues dans les forêts sous-marines proprement dites, qui se font voir en beaucoup de lieux. Non-seulement on en a découvert là où un reflux extraordinaire fait baisser le niveau de l'eau beaucoup au-dessous de sa limite ordinaire. On en a mis a nu dans l'intérieur des terres par les travaux qu'ont nécessités les constructions de canaux, de chaussées, de railways dans le voisinage de la mer. Les accidents que nous appelons de ce nom, bien que les plus connus soient dans le sous-sol de la terre ferme, sont généralement des entassements étendus de végétaux qui reposent sur des matières terreuses jonchées de feuilles. Souvent et même généralement le lit de feuilles est recouvert de couches d'argile, où l'on rencontre en nombre des coquilles d'eau douce. En certains lieux, quelques arbres encore debout et perçant les couches, présentent les sommets de leurs tiges au-dessus du niveau du sol, et les racines d'un certain

nombre sont fixées au terrain où les végétaux ont puisé leur alimentation. Comme essences végétales, ce sont des chênes, des bouleaux, des sapins, des noisetiers et d'autres espèces d'aujourd'hui. Enfin on y trouve épars, au travers des troncs et dans les feuilles, des débris de cerfs, de bœufs etc., avec les coquilles lacustres dont il a été déjà question. Cet ensemble ne dit-il pas très-clairement que le sol de ces forêts s'est affaissé postérieurement à l'origine de la faune et de la flore de l'époque géologique à laquelle nous appartenons?

Si dans beaucoup de cas les découvertes font croire à un seul affaissement, il en est d'autres où l'on doit admettre des affaissements multiples et successifs. Ainsi, en forant des puits artésiens en Hollande et à Venise, on a trouvé, disposés les uns au-dessus des autres, des dépôts tourbeux, séparés par des lits ou par des couches où il y avait absence totale de végétation.

Ces forêts mortes, comme nous l'avons dit et comme l'indique la qualification de sous-marines qu'on leur a donnée, ont été vues d'abord sous les eaux de la mer, montrant quelquefois, à marées très-basses, leurs sommets au-dessus de l'eau. D'ailleurs, il est arrivé bien des fois que des pêcheurs ont ramené à la surface des eaux, accrochés à leurs ancres ou à leurs filets, des troncs et des racines dans un état qui indiquait suffisamment que ces végétaux venaient d'être détachés et arrachés du sol. Les ancres des gros navires ont aussi bien souvent extrait de la terre où elles étaient implantées, des souches entières de grands arbres avec leurs racines. Et, comme nous l'avons dit déjà, ces découvertes ont été faites bien des fois dans les mers qui baignent nos côtes; mais les plus remarquables de ces

forêts sous-marines ont été mises à découvert dans des sols qui ne sont pas baignés par les eaux de la mer. Sir H. de la Bèche, dans son *Traité de géologie*, donne de l'une d'elles, trouvée en Angleterre, dans le comté de Cornouailles, une description et un dessin qui font connaître en même temps le sous-sol et le toit. On y voit des arbres ou plutôt des restes de troncs dans la position verticale qu'ils avaient vivants, avec leurs racines qui s'enfoncent dans la terre; d'autres sont couchés horizontalement et épars sur le sol qui les a nourris avant leur destruction; puis des crânes, des cornes et des bois de ruminants, des branches, des fragments de racines; des amas de feuilles gisent mélangés là où ils sont tombés. Le tout reposant sur un sous-sol à stratification discordante avec le sol proprement dit, est recouvert de limon, de sable, d'argile; et enfin, au-dessus de l'ensemble, au contact de l'air, est la couche de la végétation actuelle.

La couche noirâtre, dans laquelle se trouve la forêt sous-marine dont nous venons de parler, et appelée improprement *couche de boue*, se retrouve en d'autres points de l'Angleterre et particulièrement dans l'île de Portland. Ici encore on y a trouvé grand nombre de débris végétaux, les uns sur place, les autres dispersés horizontalement, avec des restes d'animaux d'espèces variées. Parmi les végétaux on reconnaît des conifères analogues aux *Araucaria*, qui ne vivent déjà plus dans nos climats; des plantes qui rappellent les *Cycas* et les *Zamia*, espèces que possèdent seules à l'état vivant les zones tropicales; et parmi les animaux on ne reconnaît de même que des types qui se rapportent à la zone torride. Faisons observer, en passant, que ces faits sem

blent indiquer que la température du climat d'Angleterre s'est beaucoup abaissée depuis l'époque de l'enfouissement. L'observation des gisements houillers conduit du reste à cette même conséquence, qui résulte encore des vues géogéniques que nous avons exposées.

Des forêts toutes semblables aux précédentes ont été encore découvertes dans le voisinage des Hébrides, des îles d'Orkney, près des côtes du Pas-de-Calais, de celles des comtés de Cambridge et de Lincoln. Sous les côtes méridionales de la Baltique, dans le voisinage de Greifswalde, de l'île d'Usedom et de Colberg, on a trouvé des étages de troncs de chênes, de sapins et d'autres essences d'arbres, séparés par des couches d'argile et de sable. Ailleurs encore, les forêts sous-marines sont séparées de la mer par des dunes de sable et gisent, dans de profondes tourbières, où l'on trouve des débris parfaitement conservés d'animaux et de végétaux aériens ou lacustres. Quelquefois on y a rencontré des insectes fossilisés, des ossements et des empreintes de pieds de mammifères. Ce sont autant d'échantillons précieux et curieux de la vie animale et végétale des époques où ces forêts végétaient dans l'atmosphère. Comme ceux de la forêt sous-marine des bords du Humber, large fleuve de l'Angleterre orientale et d'une autre voisine de Minehead, comté de Sommerset, les débris mammifères appartenaient à des élans, des daims, des cerfs, dont quelques espèces vivent encore sauvages dans la forêt d'Exmoor, et les débris végétaux sont en grande partie des chênes et d'autres arbres qui peuplent les bois des environs. Et on ne peut pas dire que ces amas doivent leur origine à un transport par les eaux, puisque, indépendamment de ce que les chênes, les sapins sont, en

nombre du moins. fixés encore au sol par leurs racines, les bois de cerfs et les ossements ont conservé leur adhérence. L'enfouissement a donc eu lieu, puisque l'accumulation ne peut être attribuée à un transport; e même le mouvement s'est fait une époque qui n'est pa géologiquement très-ancienne; bien plus, on peut affirmer qu'il est postérieur à l'apparition de l'homme su la terre. Cette dernière affirmation, fondée d'abord su les moyens que l'on a de reconnaître approximativemen l'ancienneté de certaines formations d'après celles qu'o voit actuellement se continuer, a reçu une confirmatio de découvertes faites à l'exploitation des mines d'étain d comté de Cornouaille. On a trouvé, en effet, mêlés au débris végétaux, dans des sédiments d'eau douce, à 5 pieds anglais au-dessous du niveau de la mer, de crânes humains dont les caractères sont bien con servés.

Nous dépasserions les limites que nous nous somme données, si nous voulions dire ce qu'on a trouvé d forêts sous-marines en Angleterre, dans les fouilles mul tipliées qui y ont été faites pour extraire les richesses mi nérales de son sol. On en a mis a découvert, même sou des dunes volumineuses, et en grand nombre, dans l partie méridionale du pays de Galles, dans le comté d Caermarthen etc., toutes à un niveau beaucoup plus ba que le sol actuel de la végétation, et toutes surmonté des preuves que les eaux de la mer les ont couverte Ici on a constaté de nombreuses et profondes empreint de pas de cerfs, de taureaux etc. Une particularité dign d'être notée, c'est que le taureau de cette époque, ap pelé *bos primigenus*, avait une taille colossale, puisq l'écartement des pas est de 7 pieds anglais, tandis q

pour ceux de nos jours il n'est que 2 à 3 pieds. Ajoutons que de nombreuses cavernes aux environs sont remplies de restes des mêmes espèces qu'on a trouvées dans le sol des forêts sous-marines : ce sont des ossements de lions, d'éléphants, de rhinocéros, d'hyènes, d'ours, qui accusent des tailles gigantesques, lorsqu'on les compare aux mêmes parties des animaux similaires de nos jours. Nous avons déjà signalé des circonstances analogues, au sujet des trouvailles que l'on a faites dans les houillères et nous avons dit la conséquence, ici confirmée, que nous croyons pouvoir en tirer d'un changement de climat, au moins dans ces parages.

Nous avons prémis que la science n'est pas en mesure d'assigner des limites bien précises aux aires des dénivellations soit en exhaussement soit en affaissement. Nous pouvons cependant faire à ce sujet quelques observations fondées. Le nord de l'Europe et de l'Asie se soulèvent, avons-nous dit; en deçà de la mer, les polders endigués de la Hollande s'abaissent visiblement de nos jours; toutes les côtes voisines, celles de l'Angleterre méridionale, celles du Hanovre, celles du Schleswig, offrent en maints endroits, par leurs tourbières sous-marines, leurs forêts englouties, leurs tombeaux noyés, des preuves nombreuses d'un affaissement considérable. Ainsi la moindre dépression des rivages occidentaux du Schleswig, pendant la période actuelle, aurait été de 4 mètres; à Bornholm, Forchammer l'estimerait à 8 mètres environ, et fait remarquer, avec les autres observateurs, que l'envahissement continuel des mers indique la continuation de l'affaissement. La Poméranie, la Prusse orientale renferment aussi, à plusieurs mètres au-dessous du niveau de la mer et en divers points, des

forêts enfouies sous les terres. D'un autre côté, il semblerait que le soulèvement du midi de l'Europe, des régions méditerranéennes, affecterait jusqu'aux côtes du Poitou, comme en sont l'indice les situations en altitude d'amas fossiles de cette ancienne province. Ainsi la Manche, les parages sud de la mer du Nord, et une zone qui comprendrait ces régions, peuvent être considérés comme constituant un fossé de dépression, une vallée d'affaissement séculaire, qui séparerait deux aires de soulèvement, celle du nord dont il a été parlé, et celle du sud dont nous allons nous occuper.

CHAPITRE V.

Mouvements des sols du pourtour et des îles de la Méditerranée.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que par certaines observations, assez faciles à faire, on a pu constater qu'un mouvement a eu lieu, soit en affaissement soit en exhaussement, dans telle ou telle contrée où les observations ont été faites. Mais tous les mouvements dont la réalité a été établie, peuvent n'être pas distincts les uns des autres et se grouper par deux, par trois, ou par un plus grand nombre, pour constituer des aires différentes de dénivellation. Les limites de chaque aire sont extrêmement difficiles à déterminer, et la science est loin d'être en mesure de les assigner avec une certaine probabilité. Aussi jusqu'à présent ne nous sommes-nous préoccupé presque exclusivement que d'enregistrer les faits et n'avons-nous essayé qu'exceptionnellement d'en rattacher quelques-uns entre eux.

La même difficulté, pour les déterminations de limites, se présente et se montre à un plus haut degré encore dans les mouvements de même nature, bien constatés cependant, des sols régionaux du midi de l'Europe. Ici les découpures des rivages indiquent par leur multiplicité, par les figures variées et même gracieuses de leurs sinuosités, que l'écorce solide y a particulièrement une structure largement imbriquée, qu'elle y est composée d'écailles qui s'enchevêtrent avec toutes les dispositions relatives. Par suite on peut prévoir que les mouvements des parties doivent présenter une complication extrême, que des régions qui s'élèvent ou s'abaissent, peuvent être enclavées entre d'autres qui subissent un mouvement de sens opposé. Et l'observation a constaté qu'en effet il en est ainsi pour les contrées qui font le littoral du nord de la Méditerranée. Aussi, redisons-le, il n'est pas étonnant que les limites de chaque soulèvement et de chaque affaissement soient indiquées souvent de la manière la plus vague, surtout encore lorsqu'il s'agit de lieux qui ont été étudiés par des observateurs moins nombreux et moins bien préparés à ce genre d'études. Mais ce qui nous importe le plus, c'est la constatation du fait général, l'instabilité du sol, et c'est à cette constatation surtout que nous allons nous attacher.

D'un ensemble considérable d'observations faites sur les contrées dont la vaste dépression appelée *Méditerranée* occupe une ligne médiane, on est arrivé à conclure qu'un soulèvement général affecte toutes ces régions, depuis les déserts sahariens jusqu'à la France centrale, depuis les côtes d'Espagne jusqu'aux steppes de la Tatarie. Le mouvement ascensionnel ne s'étendrait pas, paraît-il, à

la côte nord-ouest de l'Afrique, et aurait probablement sa limite dans la péninsule ibérique ; car on a des indices que Madère, et probablement les Canaries, subissent un mouvement en dépression.

Le mouvement ascensionnel des côtes occidentales de la Méditerranée est constaté par l'élévation des lignes marquant les niveaux qu'atteignait la mer dans les âges passés. Ces lignes sont d'ailleurs marquées par les épaves et les débris qu'a rejetés la mer sur des plages inclinées et qu'elle y a abandonnés dans son retrait apparent ; elles sont marquées par les limites des attaques du flot, qui se trouvent aujourd'hui à des niveaux plus élevés que celui de la mer actuelle ; elles sont marquées par des coquillages qui sont restés adhérents aux rochers, là où l'eau salée ne les baigne plus : elles sont marquées enfin par les positions moins riveraines de certaines constructions faites par les hommes. Les indices sont d'ailleurs dans cette partie des rivages les mêmes que dans ceux des régions septentrionales de l'Afrique, dont nous allons parler.

M. Charles Laurent et après lui MM. Martins, Escher de la Linth et Desor ont exploré avec patience et sagacité le sol du Sahara algérien. Ce sol, comme on le sait, est un sable quelquefois mouvant au point d'être déplacé par les vents, de manière à ce que toute la physionomie du terrain soit complétement changée. Or ce sable, d'après les observateurs que nous venons de nommer, est identique à celui dont se composent les plages voisines de la Méditerranée. Bien plus, il contient en abondance des coquillages identiques à ceux qui vivent actuellement dans la mer voisine. Les mêmes observateurs ont rencontré, en effet, particulièrement la cla-

visse commune (*Cardium edule*) qui vit aujourd'hui encore dans cette mer. Et ce n'est pas seulement dans la la plaine que se trouvent les fossiles de la vie actuelle : ils ont été rencontrés sur les flancs des collines, à 275 mètres d'altitude. Ainsi, le sol du Sahara algérien se serait élevé, en quelques points du moins, de près de 200 mètres depuis l'origine d'une période relativement récente. Nous disons *en quelques points*, parce que de l'imbrication du sous-sol doivent résulter nécessairement des mouvements partiels, des rotations de vastes masses rocheuses autour de certains axes, rotations dont l'effet est de changer les altitudes relatives de lieux qui devient participer au mouvement général.

Aussi, soit qu'elles aient été produites pendant l'élévation, soit qu'elles aient existé avant ce mouvement, diverses dépressions aujourd'hui séparées de la mer, ont des niveaux qui sont quelquefois même de 90 mètres plus bas que celui de l'eau salée. Ces dépressions constituent ainsi des plaines basses souvent très-étendues, où l'on retrouve aussi les indices du séjour de la mer au-dessus de leur surface. Desséchées seulement en partie, les plaines basses sont de nos jours parsemées de marais stagnants, dont les émanations rendent le voisinage dangereux à la santé de l'homme qui s'y établit.

De l'ensemble des faits observés dans ces parages on peut conclure ceci : « A une époque très-récente et peut-être historique, ainsi que dit M. Reclus, le lac Tritonis des anciens, actuellement le Sebka-Faraoun, a cessé d'être un prolongement du golfe de Gabès pour devenir un simple marais. C'était le dernier reste du bras de mer qui séparait du continent africain les régions montagneuses de l'Atlas, naturellement si distinctes de

la Libye par leur aspect général, ainsi que par leur faune et leur flore. »

Plus à l'orient, sur les mêmes côtes méridionales de la Méditerranée, dans la Tunisie, les preuves de l'exhaussement du sol sont inscrites d'une manière aussi peu contestables, et même la continuité actuelle du mouvement y est plus marquée. Sans parler des lignes que l'ancien niveau de la mer a laissées, tracées sur les rives abruptes et sur les plages inclinées, sans parler des positions de plus en plus intérieures de villes ou de constructions autrefois côtières, l'empiétement de la terre sur les eaux est signalé par le grand nombre des ports qui paraissent se combler. Il en est ainsi pour ceux de Carthage, d'Utique, de Mahédia, de Porto-Farina, de Bizerte, de Hamman-Korbès, de Kélibia, de Kourba. Puis, on y observe que les baies s'oblitèrent, c'est-à-dire, perdent de leur largeur, de la profondeur de leurs eaux et de la profondeur des échancrures qu'elles font aux rivages; enfin les pointes ou les caps émergent de plus en plus et semblent par suite s'avancer progressivement dans l'intérieur de la mer. Aussi la Sicile, que l'on peut regarder comme une vaste ampoule volcanique que rattache à Pantellaria et aux hauteurs riveraines de la Tunisie un isthme sous-marin reconnu par les sondages, la Sicile participe de ce mouvement en exhaussement. Les indices de la dénivellation y sont nombreux : ainsi sur les hauteurs qui dominent la dépression où est Palerme, à 55 mètres d'altitude, on trouve des grottes que la mer s'est creusées depuis l'apparition des mollusques actuels; ainsi, à l'est de l'île, un exhaussement récent de plus de 13 mètres a été constaté par M. Gemellaro; ainsi, près de Cagliari, en Sardaigne

des dépôts soulevés à 74 et même à 98 mètres de hauteur sont signalés par M. de Lamarmora comme renfermant des coquillages modernes mêlés à des fragments de poterie. Citons, entre autres faits, pour ajouter aux preuves du soulèvement général du bassin méditerranéen occidental, citons l'émergence notable d'une grande partie des îles Baléares, l'élévation au-dessus du niveau des eaux des anciennes grottes de Ventimiglia et de Menton, la situation à 12 mètres au-dessus de l'eau de bancs de coquillages, découverts par M. Risso, sur le cap de Saint-Hospice; citons enfin, pour compléter, les mouvements constatés du sol sur les rivages de la Campanie.

Le district campanien où est Naples, fait partie d'une zone volcanique dont nous aurons à parler plus au long dans une autre étude. Les mouvements des sols de ces régions se rattachent, en grande partie du moins, à des causes volcaniques plus prononcées que celles de la majeure partie des mouvements qui font l'objet de ce fascicule. Cependant il est de ces mouvements qui sont situés, pour ainsi dire, à la limite de séparation des effets des causes séculaires et des causes brusques. Tels sont peut-être certains des mouvements du sol aux environs de Naples, dont nous allons parler ici et qui concernent les côtes voisines de Naples, du golfe de Bayes et les rivages adjacents. L'exemple que nous allons citer est d'ailleurs remarquable à plus d'un titre et a été étudié et bien étudié par des observateurs d'une compétence incontestable. Les documents historiques écrits manquent souvent pour l'histoire du fait; mais les explorations et les découvertes des géologues et des antiquaires suppléent à tel point qu'on n'a, pour ainsi dire,

pas à regretter l'absence de traditions écrites. Entrons dans les faits.

Le long du rivage, entre Pouzzole et Naples, on observe une ancienne ligne de côtes abruptes, en tuf durci, assez élevées et à une certaine distance de la mer. Entre le pied de ces falaises et les eaux se trouve une espèce de plaine, une zone parallèle aux découpures, bien cultivée et très-fertile, dont l'aspect et la composition diffèrent essentiellement de l'aspect et de la composition des anciens rivages. Or vis-à-vis la petite île de Nisita, à 3^{kilom},5 de Pouzzole, M. Babbage explorant ces lieux a reconnu, suivant une ligne située à 6^{m},5 au-dessus du niveau de la mer, une multitude de balanes qui recouvrent extérieurement la roche; puis, il a vu dans la roche, faits par des testacés perforants, des trous dont quelques-uns renfermaient encore les coquilles des lithodomes ou des lithophages que nous venons de nommer. Plus près de Pouzzole, la falaise coupée verticalement prend une hauteur de 24 mètres et le dépôt moderne dont est formée la plaine cultivée qui va du pied de l'ancien rivage à la mer, s'élève de près de 6 mètres au-dessus du niveau de l'eau. Ce dernier dépôt étant composé de sédiments qui renferment des coquilles marines d'espèces communes aujourd'hui sur cette côte, on doit conclure de cette circonstance que, postérieurement à la formation des strates il y a eu un changement des niveaux relatifs de plus de 6 mètres d'amplitude.

M. Babbage a fait aussi ses observations sur les ruines d'un môle, appelé *pont de Caligula*, qui joint la ville à la mer : il a trouvé sur la sixième des piles qui portent les arches, des perforations de lithodomes, à 1^{m},2 au-dessus du niveau du golfe, et, plus près de la mer,

sur l'avant-dernière, à 3 mètres au-dessus du même niveau, il a retrouvé encore de semblables perforations avec des balanes et des flustres en très-grand nombre.

On peut faire des observations analogues sur la côte qui du nord de Pouzzole va jusqu'au *Monte-Nuovo* : c'est une falaise tuffacée, abrupte, qui semble aussi avoir été l'ancienne ligne de côte ; puis, entre cette falaise et la mer, une plaine basse ou terrasse, appelée la *Starza*, identique à celle dont nous avons parlé à propos de la côte *Est*. La Starza est aussi composée de lits sédimentaires, qui renferment des coquilles des espèces vivantes de ces parages, des fragments de briques et de constructions, des ossements d'animaux etc. ; d'où la même conséquence que nous avons formulée pour la formation de la plaine basse du côté opposé.

Indépendamment de toute autre considération, nous pouvons déjà conclure que, postérieurement à la destruction des édifices dont les strates du dépôt marin récent renferment des débris, le niveau relatif de la mer surpassait la surface supérieure de la Starza, et que, postérieurement encore, le sol a été exhaussé d'une quantité plus grande que la hauteur de sa surface supérieure actuelle au-dessus du niveau de la mer.

La preuve des oscillations du terrain de ces parages est d'ailleurs écrite d'une manière plus lisible encore sur les restes d'un édifice fameux que l'on convient d'appeler *Temple de Jupiter Sérapis*. Au nord de Pouzzole, un point de la falaise est couronné par les ruines de la villa de Cicéron. La Starza, entre ce point et la mer, était couverte de broussailles qui masquaient le sol, lorsque en 1749, le terrain ayant été mis à nu, la partie supérieure de trois colonnes fut en vue et attira

l'attention des antiquaires. Le sol fut déblayé en 1750, et alors on put reconnaître que ces colonnes ont appartenu à un ancien et splendide édifice, dont le pavé subsistait encore et dont le plan originaire a pu être distingué et rétabli. En résumé, le bâtiment principal, de forme carrée, avait 21 mètres de côté; on y voyait encore les restes et les traces de 46 colonnes, 24 en granit et les autres en marbre, qui semblent avoir eu pour destination de supporter le toit. Puis ce sont des fondations et des restes d'autres constructions ou d'appartements qu'on a supposés avoir servi de bains, parce que précisément derrière se trouve une source minérale aujourd'hui encore estimée.

Les archéologues se sont d'abord fortement préoccupés de savoir à quel dieu ce temple magnifique a dû être consacré. La question a soulevé de savantes discussions historiques; mais la solution n'est pas encore faite et nous continuerons de désigner le monument par le nom de temple de Sérapis, sous lequel il est plus généralement connu. D'ailleurs nous n'avons ici qu'à tirer, au point de vue des mouvements du sol, des déductions des faits écrits sur ces ruines, en caractères parfaitement lisibles et que chacun comprendra.

Trois des colonnes dont nous avons parlé, sont encore debout : extraites chacune d'un seul bloc de marbre, elles ont à peu près 13 mètres de haut. L'une d'elles seule a une fissure horizontale, les deux autres sont entières et toutes trois s'inclinent légèrement vers la mer. L'observation de leur surface ne montre pas d'altération jusqu'à une hauteur de $3^m,6$ au-dessus de leurs piédestaux; mais immédiatement plus haut on constate que, sur une zone de $2^m,7$ de largeur, le marbre

a été travaillé et perforé par une bivalve marine, à laquelle Cuvier donne le nom de *Lithodomus*. Les perforations nombreuses faites par les lithophages sont des cavités piriformes dont l'ouverture est très-petite : on y trouve encore des coquilles, bien que la plupart des visiteurs en aient déjà enlevé des échantillons nombreux. Mais ce qu'on doit remarquer surtout, c'est la capacité considérable de ces perforations; car cette circonstance témoigne d'un séjour prolongé des saxiphages dans leurs demeures. L'animal, en effet, après s'être logé, jeune et très-petit, dans la cavité qu'il a percée, doit agrandir sa demeure à mesure que s'accroît sa coquille. Ainsi les piliers sont restés longtemps dans la mer jusqu'à une hauteur de plus de 6 mètres, leur partie inférieure étant protégée contre les attaques des lithodomes par des strates ou des sables limoneux et leur partie supérieure s'élevant au-dessus des eaux.

D'autres colonnes couchées sur le pavé offrent aussi des perforations et on y remarque que, indépendamment des lithodomes, d'autres animaux marins s'y sont fixés. Toutefois il n'y a de forées que les colonnes qui, comme les trois non renversées, sont en marbre; les piliers granitiques, à raison de leur dureté, ne sauraient être creusés par les lithophages.

Le pavé du temple, dont l'uni a été altéré, se trouve à 30 centimètres à peu près au-dessous du niveau des hautes eaux du golfe de Naples, qui a de petites marées; aussi il arrive que la mer qui n'est qu'à 30 mètres de là, passant à travers des dépôts intermédiaires, arrive jusqu'à ce pavé, qu'elle baigne d'une couche de 30 centimètres d'épaisseur. Ne résulte-t-il pas incontestablement de ces faits que ces colonnes, après avoir plongé dans

la mer jusqu'à la limite supérieure des zones perforées et avoir été longtemps immergées, ont été ensuite soulevées avec le terrain qui les porte, d'une hauteur qu'on peut évaluer à près de 7 mètres?

Ainsi les observations sur le temple de Sérapis confirment les conséquences que nous avons tirées de la situation et de la composition des strates de la Starza; mais nous pouvons encore en conclure autre chose. Assurément le temple si luxueusement riche n'a pas été bâti au fond de la mer, et certainement son pavé était, à l'origine, au-dessus du niveau des eaux. On doit donc admettre qu'il y a eu d'abord, postérieurement à sa construction, un affaissement qui l'a descendu au-dessous des eaux, et que plus tard est venu l'exhaussement qui l'a émergé. Peut-être y a-t-il eu plus d'un de chacun de ces deux sens de mouvements.

Il n'y a pas du reste que ce monument ancien dont l'observation conduise aux mêmes conséquences; le golfe de Bayes est rempli de preuves non moins claires des mouvements du sol. Au nord-ouest du temple de Sérapis on trouve les restes d'un temple autrefois consacré à Neptune et les ruines d'un autre dédié aux Nymphes : tous deux se trouvent aujourd'hui en partie sous l'eau. Les colonnes du temple de Neptune ont leurs sommets juste au niveau de la mer et sont baignées par $1^{m},5$ d'une eau très-claire; leurs parties inférieures et les piédestaux sont envasés ou cachés dans le sable limoneux déposé par la mer. Rien ne dit que ces édifices aient participé au mouvement qui a exhaussé la Starza et exhumé en partie le temple de Sérapis; mais on peut le présumer, et dès lors, ou ils étaient d'abord plus enfoncés que ce dernier, ou le terrain qui les porte a subi

un moindre exhaussement. Plus tard peut-être ils seront exhumés d'une manière plus complète, et les recherches des archéologues arriveront à donner, sur l'histoire de leur destruction et des faits postérieurs, des renseignements d'une certaine précision.

On peut voir encore sous les eaux du golfe deux voies romaines dont l'une s'étend de Pouzzole jusque vers le lac Lucrin et dont l'autre se trouve dans le voisinage du château de Bayes. Il est inutile de faire observer que ces voies romaines ont dû être construites au-dessus du niveau de la mer et que leur situation actuelle est une preuve de l'affaissement du terrain. Et si nous revenons à l'observation des arches du pont de Caligula, nous y voyons que si les piles atteignaient primitivement la surface, comme le fait judicieusement observer Breislak, elles ont subi un affaissement qui a été suivi d'un exhaussement de 3 mètres, et que le môle n'est point encore revenu à sa hauteur originaire.

Ces mouvements du terrain des environs de Pouzzole ne sont pas aussi circonscrits qu'on pourrait le supposer ; car de l'autre côté du golfe, sur la côte de Sorrente, on a découvert sous l'eau des constructions et une voie romaine. Dans l'île de Capri, située assez avant dans la mer, on a trouvé, aussi baignées par les eaux, les ruines d'un palais de Tibère qu'a étudiées M. Forbes.

Les oscillations, dont nous venons de dire les preuves, ont-elles été lentes comme certaines dont nous avons parlé ou dont nous parlerons, ont-elles été brusques comme des tremblements de terre ? Nous ne saurions asseoir sur des données certaines la réponse à cette question. Bien que le fait, que des colonnes sont restées debout, semble indiquer un mouvement lent, il ne le

prouve pas ; car on peut citer beaucoup d'exemples dans lesquels, à la suite de secousses brusques du sol, des édifices se sont trouvés submergés sans avoir été renversés. M. Lyell, à qui nous avons emprunté et nous emprunterons beaucoup de nos renseignements sur les faits qui nous occupent, cite un certain nombre d'observations qui sont de nature à infirmer la conséquence d'un mouvement lent. Quoi qu'il en soit, c'est le géologue anglais que nous allons suivre dans l'appréciation des époques où se seraient faits, suivant lui, les abaissements et les soulèvements du temple de Sérapis.

Breislak, dans son voyage en Campanie, rapporte que l'on a découvert dans l'atrium du temple des inscriptions où Septime-Sévère et Marc-Aurèle consignent qu'ils ont fait dans l'édifice des ornementations en marbre. Ainsi probablement bâti vers la fin du deuxième siècle, il resta probablement aussi à peu près à son niveau originaire jusqu'au troisième siècle au moins. D'un autre côté il est notoire que huit ans avant l'éruption du Monte-Nuovo, c'est-à-dire en 1530, la plaine de la Starza était encore immergée ; et même un auteur italien, qui écrivait en 1580 et que cite M. Forbes, nous apprend que cinquante ans auparavant on *aurait pu pêcher* de l'emplacement où se trouvent les ruines appelées *stadium*, point de l'ancien rivage qui est un peu au nord de la villa de Cicéron. L'affaissement aurait donc eu lieu entre la fin du troisième siècle et le commencement du seizième. Dans cet intervalle, dit M. Lyell, deux seuls grands événements ont eu lieu dont fassent mention les annales, l'éruption de la Solfatare en 1198 et le tremblement de terre qui ravagea Pouzzole en 1488. L'affaissement du temple, dont la Solfatare est si voisine,

fut-il occasionné par les faits de ce volcan. Le savant anglais dit que cela est très-probable, quoique les observations de M. Babbage tendraient à prouver que l'enfouissement, au lieu d'être subit, s'opéra graduellement et par des mouvements successifs. D'ailleurs le rehaussement du terrain aurait été aussi, suivant M. Babbage, l'effet de mouvements successifs. En effet on lit dans un premier document authentique, cité par Jorio et daté d'octobre 1503, que Ferdinand et Isabelle accordent à l'Université de Pouzzole une portion de terre que la mer est *en voie* d'abandonner; puis dans une autre pièce, aussi citée par Jorio, du 23 mai 1511, que Ferdinand accorde à la ville de Pouzzole, dans ses environs, une portion de terrain qui, après avoir fait partie du lit de la mer, se trouvait alors à sec. Cependant, d'après ce que dit Loffredo, l'exhaussement principal de la Starza aurait eu lieu entre 1530 et 1580; d'où, l'on pourrait rattacher ce fait à celui de la formation du Monte-Nuovo en 1538. M. Lyell n'hésite pas à l'affirmer, en se fondant sur les descriptions de Falconi et de Toledo, témoins de la catastrophe, qui disent positivement qu'alors la mer, ayant déserté une étendue considérable des côtes, les habitants pouvaient y prendre le poisson avec la plus grande facilité.

Depuis l'époque du premier soulèvement, la Starza a perdu de l'étendue qu'elle devait à cet exhaussement ; car la mer a empiété et continue d'empiéter sur la côte. Les pêcheurs du golfe affirment que d'après leurs souvenirs la mer s'est avancée de 30 mètres, et en effet on a pu constater depuis quelque temps qu'elle gagne à peu près 30 centimètres par année. Au surplus, il résulte des observations et des mesures du savant architecte

Niccolini que, pendant les trente-huit premières années de notre siècle, le temple de Sérapis se serait abaissé de plus de 60 centimètres, et il continuait, croit-on, à s'enfoncer de 6 à 7 millimètres par an.

Mais il y aurait eu un abaissement encore antérieur aux mouvements dont nous venons de parler : ceci est rendu incontestable par la découverte, faite en 1828, d'un pavé en mosaïque établi à $1^m,8$ au-dessous du pavé en marbre du temple. De ce fait et d'autres preuves analogues déduites des observations architecturales de Niccolini, on peut conclure, dit M. Lyell, que le sol des environs a subi les oscillations suivantes : « 1° Environ quatre-vingts ans avant l'ère chrétienne, lorsque l'ancien pavé de mosaïque fut construit, il était à $3^m,6$ à peu près *au-dessus* de son niveau actuel ou de celui auquel il se trouvait en 1838 ; 2° vers la fin du premier siècle après Jésus-Christ, il n'était plus qu'à $1^m,8$ au-dessus de ce même niveau ; 3° à la fin du quatrième siècle, il s'était abaissé et avait pris à peu près le niveau d'aujourd'hui ; 4° dans les siècles suivants et avant l'éruption du Monte-Nuovo, il était à environ $5^m,8$ au-dessous du niveau actuel ; 5° enfin au commencement du dix-neuvième siècle, il se trouvait à peu près à 70 centimètres au-dessus du niveau d'aujourd'hui.

Quelques observateurs, Niccolini entre autres, ont exprimé, à propos de ces mouvements, l'opinion que c'est le niveau de la mer qui se serait alternativement élevé et abaissé ; mais cette opinion victorieusement combattue a été complétement abandonnée. Nous avons déjà dit les raisons sur lesquelles nous fondons l'invariabilité ou au moins le peu de variabilité possible du niveau des mers. Puis nous trouverons ici un nouvel

argument en faveur de l'explication par les mouvements du sol : cet argument nous sera fourni par le silence de l'histoire sur les conséquences inévitables d'une élévation du niveau de la Méditerranée. En effet, si le niveau des eaux s'était élevé en certains points de 10 mètres au-dessus de celui de nos jours, comme l'indiqueraient certains faits, le mouvement n'aurait pu être borné à ces points, mais aurait nécessairement affecté toute la Méditerranée et les mers qui en dépendent. Dès lors, la Lombardie, la France méridionale, l'est et le sud de l'Espagne, le nord de l'Afrique, la plus grande partie de la Grèce etc., en un mot 64,000 kilomètres carrés au moins de terres habitées et cultivées auraient été submergées pendant une période de temps assez longue ; car la grande longueur de cette période est suffisamment indiquée par l'importance des traces laissées par les saxicaves sur les constructions et sur les roches des rives. Mais, d'un côté, les annales de l'histoire ne font aucune mention d'un semblable désastre, qui n'aurait pu être passé sous silence ; d'une autre part, la submersion ni l'émersion exceptionnelles n'auraient pu durer pendant très-longtemps, puisque par la région du détroit de Gibraltar l'équilibre de niveau peut s'établir entre les méditerranées et l'océan. Il nous paraît donc d'autant plus incontestable que c'est le sol, et non la surface de la mer, qui a subi les changements de niveau signalés par les faits que nous avons rapportés.

A qui ne paraîtra-t-il pas établi par tout ce que nous avons rapporté, que le bassin occidental de la Méditerranée, le fond des mers, les îles qui émergent, les continents côtiers, tous les sols en un mot qui en dé-

pendent, ne sont pas soumis à un mouvement en élévation? Nous aurions pu joindre aux indices précédents le mouvement, — mais en dépression — bien constaté du sol *naturel* ou artificiel de Venise et des environs; mais nous aurons occasion plus tard d'en dire un mot, et nous ne croyons pas nécessaire à l'objet que nous nous proposons d'ajouter encore ici à la nomenclature que nous avons donnée. Passons à la considération de ce qui concerne le pourtour et les régions internes du bassin oriental des mêmes mers intérieures. Nous dirons rapidement les généralités relatives à ces contrées, sans entrer dans tous les détails où nous venons de nous laisser aller sur des régions plus voisines de l'Empire français.

Les côtes des continents et des îles du bassin oriental de la Méditerranée présentent les mêmes indices de soulèvement que nous avons rencontrés dans les régions occidentales : ce sont, comme en Sicile et sur certains rivages italiens, des entourages quelquefois par gradins de terrasses plus ou moins élevées, composées de formations récentes, où l'on trouve des lignes faites par des actions physiques, ou indiquées par des débris rejetés par la mer, ou figurées par des dépôts de coquilles modernes, montrant que les eaux se sont retirées en apparence des hauteurs qu'elles atteignaient. Les îles de Malte, de Rhodes, de Chypre particulièrement, sont limitées par le système de terrasses dont nous venons de parler. Dans l'Asie-Mineure on reconnaît à des indices certains que depuis les temps historiques le continent s'est élargi d'une zone considérable et que aujourd'hui il continue de s'élargir aux dépens de la mer Égée. Aussi les ruines de Troie, de Smyrne, d'Éphèse, de

Milet sont devenues de plus en plus intérieures. Par suite du soulèvement, des îles auparavant distinctes les unes des autres se sont soudées pour ainsi dire en une seule ou quelquefois ont été réunies au continent. Comme exemples citons la jonction des deux moitiés de Lesbos, Issa et Antissa, qui se serait faite durant les siècles de la civilisation grecque ; citons les îles qui ont rejoint la terre ferme à Mindus, à Milet, au cap Parthénion, à Éphèse ; citons l'île de Lade, dont une baie voisine, où s'est livrée une bataille navale entre les galères ioniennes et la flotte des Perses, s'est transformée en un sol d'alluvion, en même temps que l'île elle-même s'est exhaussée.

Les bancs de coquillages actuels découverts par M. de Tchihatchef à de grandes hauteurs sur les côtes de la Thrace et de l'Anatolie, les lacs salés et les marais putrides laissés autour de la péninsule de Crimée disent le soulèvement récent des côtes européennes et asiatiques de la mer Noire. La poussée de bas en haut des sols de ces régions explique, seule aussi, par l'exhaussement des steppes du Don, la séparation de la mer Caspienne d'avec le Pont-Euxin. On ne saurait non plus s'expliquer autrement que par le soulèvement des régions du pourtour la vaste dépression des plaines caspiennes dont le niveau est si inférieur à celui des océans. Puis il n'y a pas d'autre explication de l'amoindrissement progressif de la mer d'Azoff, du fractionnement en si grand nombre des lacs qui parsèment les steppes entre l'Oural et l'Altaï. On peut même, des études profondes de Humboldt sur l'Asie centrale, pousser la hardiesse jusqu'à supposer que même dans la période actuelle un vaste détroit à joint la mer Noire au golfe d'Obi et à l'océan Glacial.

Les géologues savants et consciencieux à qui nous sommes redevable de toutes les observations rapportées et de la plupart des conséquences que nous en avons déduites, les géologues ont cherché à reconnaître les limites de l'aire du grand soulèvement qui vient de nous occuper. Nous allons dire les principales probabilités émises à ce sujet.

Sur les littoraux de la Syrie et de la Palestine on discerne une alternance d'exhaussements et d'affaissements : ainsi, tandis que les plages du golfe d'Iskanderoun émergent, on montre à Beyrouth une tour qui s'enfonce de plus en plus dans les eaux ; tandis que, plus au sud, l'ancienne île de Tyr s'est rattachée au continent et que plusieurs points de la péninsule offrent des traces d'un séjour récent de la mer, Kaisarieh et d'autres villes de la Palestine sont comprises dans une aire d'affaissement. A l'est, les lacs amers et les berges du Nil, avec leurs plages remplies de coquillages modernes, indiquent un soulèvement récent, tandis qu'il est constaté que de nos jours ces sols s'affaissent d'une manière continue et très-sensible ; puis, des ruines de villes situées au milieu de la plaine marécageuse du lac Menzaleh sont recouvertes par la mer pendant la majeure partie de l'année. Plus loin c'est un ancien bras du Nil dont les rivages sont entièrement sous l'eau, et l'on observe les mêmes faits au delà du Delta. D'ailleurs il ne faut rien moins que le recours à un affaissement pour comprendre d'anciennes descriptions d'Alexandrie et des lieux environnants : des grottes artificielles, des catacombes creusées au temps des Ptolémées, bien certainement plus haut que le niveau des eaux, sont maintenant envahies et ensevelies par les vagues. Il en est

encore de même sur les bords de la mer Rouge aux environs de Suez, où des cavernes aussi sépulcrales taillées dans le calcaire sont aujourd'hui submergées, au moins à marée haute. « Peut-être, ajoute M. Reclus, ce mouvement du sol de l'Égypte est-il commun à toute cette partie de la Méditerranée qu'on pourrait appeler la mer *égyptienne;* car l'île de Crète, dont la pointe occidentale s'est élevée de 8 mètres au moins dans l'époque moderne, s'abîme graduellement sous les eaux du côté le plus rapproché de l'Égypte. Ainsi la nature elle-même cherche à détruire cet isthme de Suez qu'elle a formé jadis entre les deux continents, et, par son travail de percement, l'homme ne fait que devancer l'œuvre géologique des siècles à venir. »

Des dépressions sur les rivages de l'Adriatique au nord de Zara et de Pesaro semblent indiquer des points de la limite septentrionale de la grande aire du soulèvement méditerranéen. Une indication semblable est fournie par l'abaissement des îlots de Venise, que Angiolo Eremitano estimait, au milieu du seizième siècle, d'un pied environ par siècle. Cette estimation, fondée sur la superposition des pavés dans les rues, a été d'ailleurs pleinement confirmée depuis par les observations plus exactes qui ont été faites. En outre la submersion de points autrefois émergés est indiquée ici, dans l'île Saint-George, par des constructions romaines, ailleurs par des routes pavées, ailleurs encore par des églises, des ponts qu'on voit au-dessous des eaux; et bien plus par une ville entière, la Conca, non loin de la Catholica, qui est ensevelie depuis plusieurs siècles sous les eaux, dont la transparence laisse voir encore les restes des deux tours. A Trieste, à Zara, dans l'île

Poragnitza, on voit aussi au-dessous du niveau de l'eau divers travaux dus à la main de l'homme, tels que des pavés, des mosaïques, des sarcophages. Enfin des sondages artésiens faits dans les terres du Delta du Pô, ont constaté que le sous-sol se compose uniquement de dépôts fluviatiles jusqu'à une très-grande profondeur. Ne doit-on pas en conclure que ces couches se trouvaient, à une époque plus ou moins ancienne, au-dessus du niveau de la Méditerranée?

L'Europe centrale participe-t-elle du mouvement des côtes de l'Adriatique? C'est une question à laquelle nous ne savons pas de réponse positive ou négative bien fondée. La France méridionale et la France centrale sont-elles soumises à l'exhaussement général dont nous avons parlé pour les régions méditerranéennes? Nous ne savons pas non plus de faits sur lesquels nous puissions asseoir une réponse à cette autre question. Quoi qu'il en soit, les limites du mouvement en exhaussement ne s'étendent pas jusqu'au nord de la France; car nous savons déjà que les littoraux de la Bretagne, et nous ajoutons, ceux de la Normandie, se sont abaissés depuis l'origine de l'époque géologique actuelle : sur ces rivages en effet on trouve de nombreux édifices assiégés par les eaux et de nombreuses forêts sous-marines, qui témoignent du fait. Mais il y a eu, là, des ondulations ou plutôt des mouvements en sens inverses; les plages et en particulier les buttes de Saint-Michel-en-l'Herm, avec leurs coquilles actuellement au-dessus du niveau de la mer, indiquent que le sol de ces régions, depuis une époque relativement récente, a été baigné par les eaux de l'Océan; puis la vallée de la Somme, qui s'est élevée à une époque où l'homme était déjà apparu

s'est affaissée depuis et continue de s'affaisser, comme l'attestent les forêts sous-marines qui bordent le littoral et les tourbières d'Abbeville, dont les couches les plus profondes n'offrent de restes végétaux et animaux que d'espèces terrestres ou lacustres.

CHAPITRE VI.

Mouvements des sols du continent américain et des contrées voisines.

Dans ce qu'on appelle le Nouveau-Monde, les continents de l'Amérique du Nord, ceux de l'Amérique du Sud, les fonds des océans qui les entourent et par suite les îles qui y ont leurs racines, ne sont pas plus *terre ferme* que les sols des contrées de l'ancien monde. Nous nous proposons de citer un certain nombre des observations qui justifient l'assertion que nous venons de formuler. Toutefois nous n'entrerons pas dans autant de détails sur les régions qui vont nous occuper : ceux dans lesquels nous sommes entré précédemment, nous en dispensent pour cette raison que ce sont toujours les mêmes natures de faits, et qu'ils sont caractérisés par le même ordre de multiplicité.

C'est surtout aux observations de Darwin qu'on doit une affirmation bien fondée du soulèvement incessant d'une grande partie de l'Amérique méridionale. D'autres observateurs sont ensuite venus ajouter aux preuves fournies par l'observateur anglais celles qui résultent de leurs propres études. Les indices du soulèvement sont évidents sur les collines et généralement sur les rivages qui limitent le Chili du côté de l'Est. Les promontoires,

les vallées qui les séparent et généralement toute la portion du territoire qui touche à la mer, offrent une disposition en plateaux successifs, en gradins ou en terrasses, qui constitue, pour ainsi dire, des escaliers colossaux par lesquels on va de l'extrême rivage actuel à l'intérieur des terres. Sur ces larges plages, séparées par des escarpements, on a trouvé des dépôts coquillers de mollusques identiques à ceux qui peuplent encore la mer voisine et dans ces dépôts des restes d'autres animaux marins qui habitent encore l'océan Pacifique. Ainsi là, comme dans les autres lieux de nos vieux continents, dont nous avons parlé, la mer s'est retirée peu à peu, à la suite de secousses successives, des rivages qui faisaient autrefois sa limite. C'est ce que montre clairement l'étude des hauteurs relatives des lignes des anciens niveaux qui se sont succédé.

Lorsqu'on suit une même ligne de l'un de ces anciens niveaux, on reconnaît aussi bien vite que le mouvement est loin d'avoir eu partout la même amplitude verticale, et même on constate dans les amplitudes relatives des différences assez considérables. Ainsi, M. Darwin a trouvé des amas de coquillages indiquant l'une de ces lignes, la plus ancienne, à 106 mètres d'altitude sur les collines de Chiloé; au nord de la Concepcion, les amas se trouvent à des hauteurs comprises entre 190 et 300 mètres; près de Valparaïso, c'est à 395 mètres qu'on les rencontre; plus au nord, les mêmes amas s'abaissent et ne sont plus qu'à 75 ou 60 mètres sur les rivages de la Bolivie; et encore à San-Lorenzo, près de Lima, les dépôts organiques laissés par la mer ne se trouvent pas à des hauteurs qui surpassent 30 mètres. Dans cette dernière localité et à l'altitude que nous ve-

ns de dire, on a trouvé les bancs *ordinaires* de co-
illes actuelles, et, au milieu de ces bancs, des joncs
ssés, du fil de coton, des débris de poterie et d'au-
s échantillons de l'industrie humaine. Ainsi le sou-
ement serait *relativement* très-récent.

De l'ensemble des observations il résulte que la pous-
serait maximum dans les régions du littoral qui
rrespondent par leur latitude aux sommets les plus
vés des Andes chiliennes, à savoir l'Acontagua, le
aypu, le Tupungato. Aussi observe-t-on que les lignes
s terrasses, au lieu d'être horizontales, sont pour
nsi dire *zigzaguées* verticalement, et qu'elles se re-
essent vers les montagnes d'autant plus qu'elles sont
vantage éloignées des rives. Peut-on conclure de cette
servation que les massifs des montagnes sont encore
umis à une poussée qui continuerait de les élever au-
ssus du niveau de la plaine?

Mais continuons l'énumération des faits que nous em-
runtons presque exclusivement ici à l'analyse faite par
. Reclus des travaux de M. Darwin.

Plus tard peut-être la comparaison des mesures tri-
onométriques ou barométriques permettra de constater
les colosses chiliens s'accroissent ou non. Jusqu'à
résent on ne peut présumer leur plus grande altitude
ne des observations faites des rivages marins qui s'é-
ndent sur leurs pieds. C'est ainsi, et avec l'aide de
ocuments historiques, que M. Darwin a établi que de
817 à 1834 le sol de Valparaïso se serait élevé de
',20. Ce mouvement remarquablement rapide, de 19
ntimètres par année, aurait toutefois été précédé d'un
pos relatif; puisque, d'après des documents, l'éléva-
on n'aurait pas dépassé 1^m,80 en deux siècles, de 1614

à 1817, ce qui donnerait une moyenne de 9 millimètres seulement pour chaque année. A Coquimbo, à la Concepcion, dans l'île de Chiloé, l'émergement a été plus lent encore, mais il n'est pas moins réel et a suffi pour changer l'aspect de ces côtes américaines. Des ports de ces rivages fréquentés jadis sont devenus tout à fait inaccessibles, tandis que d'autres se sont formés, grâce à l'asséchement ou à l'émergence de pointes protectrices; puis des îles nombreuses, des *Huapi* dans la langue des Indiens, se sont unies au continent pour former des promontoires.

Nous savons déjà que les côtes de la Bolivie et du Pérou offrent aussi des indices d'un soulèvement, de petite valeur il est vrai. Dans la zone ouest du désert d'Atacama, les coquilles d'espèces actuelles qui parsèment le sol, les efflorescences marines dont la terre est couverte, porteraient à croire que la mer vient d'abandonner ces parages. Au-dessus de Cobija, d'Iquiqua et le long du littoral on retrouve des gradins, des terrasses, comme aux environs de Coquimbo et où les accidentations, les fossiles du sous-sol, la composition de ce sous-sol indiquent le séjour de la mer à une époque qui n'est pas très-ancienne. On a pu mesurer l'espace dont le Pacifique a reculé en face d'Arica: la quantité de ce mouvement n'est pas moindre que 150 mètres, et on a été par suite obligé de reculer d'autant le débarcadère. C'est en face du Callao qu'a été recueillie par Darwin la preuve la plus évidente de la réalité du mouvement moderne, par une découverte dont nous avons dit un mot déjà et qu'il a faite sur une falaise de l'île San-Lorenzo. Explorant une couche de coquillages modernes, déposée sur une terrasse à 30 mètres à peu près au-dessus du niveau

le l'eau, il y a trouvé avec des racines d'algues, des ossements d'oiseaux, des épis de maïs, des roseaux tressés, une ficelle de coton en voie de décomposition. Il est clair donc que le sol qui porte le Callao s'est élevé d'à peu près 30 mètres depuis l'origine d'une période qui ne remonte pas bien haut dans le passé et même depuis que ces lieux sont habités par les *Peaux-rouges*. Cependant certains de ces terrains sont en voie de s'affaisser aujourd'hui et on en a la preuve par ceci que l'eau noie en grande partie l'emplacement de l'ancienne ville. Toutefois cet affaissement relatif peut n'être qu'un fait local assez circonscrit, résultant d'un mouvement de bascule d'une *écaille* de la terre. En effet, à l'appui de cette supposition on peut citer que des observations certaines établissent le relèvement sensible du sol de régions plus septentrionales, à Colon, à Santa-Marta, sur la côte Néo-Grenadine, depuis que les Européens sont venus débarquer sur ce continent. Mais l'aire de soulèvement, dont le centre est au Chili, aurait-elle sa limite au Callao, l'étendue soulevée serait considérable néanmoins ; car elle ne comprendrait par moins de 4000 kilomètres dans la direction de la méridienne.

Nous n'avons pas de renseignements aussi positifs que pour les rivages ouest, des mouvements de la côte Est de l'Amérique méridionale, depuis l'origine de la période géologique actuelle. Cependant, sans pouvoir bien préciser les taux des mouvements, on est en droit de conclure des observations que les sols se sont exhaussés pendant la période des coquillages encore existants, depuis l'apparition du *Mégatherium*, du *Mastodonte*, du *Glyptodon*. Mais dans les temps actuels, paraît-il, la mer gagne sur les côtes de la Patagonie et ses empiéte-

ments sur celles du Brésil paraissent aussi devoir être admis comme réels. Il semblerait donc, d'après l'ensemble, qu'on est autorisé à présumer l'existence d'un mouvement de bascule qui, soulevant les côtes occidentales de l'Amérique méridionale du Callao à l'île de Chiloé, déprimerait en même temps la Patagonie et le versant oriental des Andes Argentines. De cette présomption il suivrait que dans cette région américaine, le continent gagnerait d'un côté, s'il perd de l'autre, et il en résulterait le même effet apparent que si ces terres cheminaient vers l'ouest au travers des eaux de l'océan. Mais, quoi qu'il en soit de la nature du mouvement, un mouvement existe, ici en dépression, là en émergence, et les terres ne sont pas plus stables à un même niveau dans l'Amérique méridionale qu'elles ne le sont dans les régions du vieux monde.

Les observations de mouvements des terres de l'Amérique septentrionale sont moins nombreuses que pour l'autre partie du nouveau continent ; mais elles suffisent à rendre très-probable l'existence d'un mouvement général, dont l'axe coïnciderait ou avec l'une des chaînes parallèles des Montagnes-Rocheuses, ou avec la ligne que détermine la Sierra-Nevada. C'est ainsi que s'expliquerait l'accroissement rapide par émergence des côtes du Texas et des côtes occidentales du golfe du Mexique; c'est ainsi que s'expliquerait l'exhaussement à 30 centimètres, quelquefois à 60 centimètres, des plages de la baie de Matagorda, dans les dix-huit années de 1845 à 1863. Ce dernier exhaussement est ce qui a obligé de transférer à Powderhorn, à 7 kilomètres plus près de l'entrée, le port d'Indianola. Puis l'émersion des bancs de coraux qui enceignent la presqu'île de la Floride et par-

sement l'archipel des Bahamas, prouvent suffisamment aussi le soulèvement des terres de ces contrées. Enfin la déviation générale du côté oriental de tous les cours d'eau du bassin du Mississipi semblerait aussi indiquer le relèvement de la région du côté occidental.

Les observations faites sur les littoraux Est de l'Amérique septentrionale ont établi qu'il y a là de grandes irrégularités dans le mouvement, qu'en certains points il est d'un sens et ailleurs de sens opposé. C'est ainsi que lorsqu'on voit un mouvement en exhaussement des côtes du Labrador et de l'île de Terre-Neuve, on constate qu'en même temps nombre de points de la Géorgie s'affaissent, qu'il en est de même pour des lieux de la Caroline du sud et pour toute la partie du littoral qui s'étend du cap Cod au cap Hatteros. Aussi l'une des îles de ces parages portée sur une carte de 1649 comme ayant 120 hectares de superficie n'émerge plus à marée haute et ne présente que quelques ares au-dessus de l'eau, lorsque la mer est basse. Le même mouvement en affaissement affecte les rives de la baie de Delaware, et ici la valeur de la dépression peut être calculée d'après les opérations des arpenteurs chargés du cadastre : il est en effet reconnu et admis que ces rives perdent en moyenne une zone de $2^{m},5$ tous les ans. En résumant l'ensemble des données fournies par les observations depuis la colonisation de ce pays, on arrive à cette conséquence que l'affaissement de cette partie des côtes américaines a été de 60 centimètres par siècle.

Dans ce continent qui constitue l'île si vaste du Grœnland et qu'on peut regarder comme une dépendance de l'Amérique du Nord, l'affaissement semble se produire avec plus de rapidité encore que dans les points qui

viennent de nous occuper. Depuis longtemps déjà les Esquimaux, possesseurs nés des côtes méridionales de l'île, avaient observé et reconnu le fait, lorsque les Danois sont venus y faire des colonies. Ceux-ci n'ont pas tardé d'être en mesure de constater l'exactitude du fait qui leur avait été signalé; depuis quatre siècles qu'ils font des observations suivies sur les côtes occidentales de l'île, ils ont vu que, sur plus de 200 kilomètres de rivages, des écueils et des îles s'immergent peu à peu et disparaissent sous l'eau, les promontoires diminuent de hauteur et d'étendue, les rivages bas sont atteints par le flot et noyés. Aussi certaines constructions, qui étaient assez avant dans les terres, se trouvent considérablement rapprochées de la mer; et même on a été obligé de déplacer à mesure et d'éloigner dans les terres les établissements construits le long des côtes, ainsi que les habitations d'abord trop rapprochées de la mer et que l'eau gagnait.

En même temps que la zone orientale des rivages de l'Amérique du Nord est soumise généralement à un affaissement, le même effet paraît se produire dans les rivages occidentaux. Toutefois les faits de la nature de ceux que nous avons jusqu'à présent invoqués, manquent ici. Voici ce qui nous paraît justifier néanmoins notre assertion. Humboldt avait mesuré, à l'aide du baromètre, les altitudes d'un grand nombre de points des monts qui bordent les rivages du côté Est. Trente ans plus tard, Boussingault, appliquant le même mode de mesure à la détermination des altitudes de beaucoup des mêmes points, trouve partout des hauteurs moindres que celles qu'avait trouvées le premier savant. Or on ne saurait, pour leurs opérations, contester la sagacité

et l'habitude ni à l'un ni à l'autre de ces deux savants. N'est-il pas rationnel, les différences étant toutes de même sens, de ne pas les attribuer à des erreurs d'observation? Ne pourrait-on y voir plutôt que dans l'intervalle de trente années qui sépare les deux mesurages, la région aurait subi un affaissement général? La vérité de cette dernière hypothèse est encore rendue plus probable par cette observation que la limite inférieure des neiges perpétuelles semble, dans les montagnes de ces parages, s'éloigner en apparence du niveau de la mer pour se rapprocher des cimes. On conçoit très-bien que cette apparence est complétement justifiée par l'hypothèse de l'affaissement en masse de ces contrées.

Ainsi, tandis que les terres émergent dans les contrées européennes et asiatiques qui sont les plus rapprochées du pôle, c'est un mouvement inverse qui se produit dans les régions polaires septentrionales du Nouveau-Monde, c'est-à-dire à 180° à peu près de longitude des premières.

Nous nous en tiendrons, sur les dénivellations des sols du Nouveau-Monde, aux observations qui précèdent et nous passons à l'étude des faits d'une tout autre nature qui concernent les changements de niveau des régions de l'Océanie.

CHAPITRE VII.

Mouvements des continents, des îles et du fond des mers dans l'Océanie, la mer des Indes et les contrées adjacentes.

Nous arrivons à nous occuper des mouvements du fond de cette immense mer dont les terres émergées consti-

tuent l'ensemble auquel les géographes donnent le nom d'*Océanie*. Dans cette cinquième partie du monde on ne voit pas ces vastes continents qui constituent en majeure partie chacune des quatre autres : à part l'Australie ou la Nouvelle-Hollande, dont l'étendue est approximativement égale à celle de l'Europe; à part la Nouvelle-Guinée, Bornéo, les deux îles principales de la Nouvelle-Zelande, dont chacun a une surface moindre que la péninsule ibérique, le reste des terres consiste en archipels et en îles isolées, dont les têtes paillètent le bleu des eaux, à l'éclat près, comme les constellations le bleu du ciel.

Dans ces terres diverses, qui toutes ne sont connues que depuis des époques relativement très-récentes, on n'a pu recueillir un grand nombre d'observations analogues à celles qui nous ont servi jusqu'à présent. Cependant ces genres d'observation ne font pas complètement défaut, et on a constaté sur la plupart des côtes des îles et des continents de la cinquième partie du monde les mêmes preuves de mouvements verticaux dont nous avons tant de fois parlé : ce sont, comme indices d'exhaussements des sols, des lignes d'érosion qui indiquent les limites antérieures de la mer, autrefois plus avancées dans les terres; ce sont encore des terrasses ou des gradins parallèles, où l'on trouve à des altitudes diverses des bancs ou des amas des coquilles actuelles ce sont, comme indiquant des affaissements, des submersions de terres ou de roches autrefois émergées, ce sont des réductions dans les dimensions de certaines îles et des augmentations dans les largeurs des canaux de séparation. Toutefois, pour ces régions nouvellement connues et trop rarement visitées par des observateurs

spéciaux, les fait recueillis sont relativement trop peu nombreux et les conclusions seraient moins solidement assises, si nous n'avions, fourni par le règne animal, un autre genre de constatation du mouvement des sols, un genre de constatation qui s'applique même à des fonds de mers dont les distances à toute terre émergée sont quelquefois considérables. La constatation dont nous voulons parler, est celle que nous donnent des animalcules presque microscopiques, dont les générations successives, ajoutant leurs habitations aux habitations précédemment construites, pour ainsi dire sans loi de disposition et capricieusement, ont formé ces massifs énormes de magnifiques arborisations qu'on appelle des *coraux*. On pourrait, vu l'infinie petitesse des architectes, se faire une idée très-affaiblie du nombre et des dimensions des monuments qu'ils ont produits : ce nombre et ces dimensions sont en effet en dehors de toute proportion avec les tailles des constructeurs. Ainsi on se figurerait difficilement que c'est par milliers que dans certaines mers on compte les récifs coralliens, qu'il est tels récifs qui constituent des enceintes en larges couronnes de plus de cent lieues de diamètre, dont les bancs portent sur les roches du pourtour des îles, ou sur les roches de montagnes immergées à des profondeurs qui vont jusqu'à 2 kilomètres. Aussi croyons-nous devoir entrer dans quelques détails relativement à ces récifs coralliens, étudiés avec sagacité et patience, surtout par M. Darwin, célebre naturaliste anglais.

D'abord comment s'expliquer la provenance de ces énormes quantités de chaux, de potasse, de silice etc. qui ont fourni les matériaux des récifs ? Ce qu'il y a de

surprenant au premier aspect dans la comparaison de ces masses siliceuses et calcaires avec la faible proportion, la proportion pour ainsi dire infinitésimale de ces substances contenues dans les eaux de la mer, la réflexion le fait paraître beaucoup moins prodigieux et le rend facilement explicable. Dans un litre d'eau de mer, il est vrai, l'analyse chimique ne trouverait que des traces microscopiques, des soupçons pour ainsi dire, de la présence de la silice et du carbonate de chaux. Mais ces presque infiniment petits multipliés par le presque infiniment grand nombre des litres d'eaux que renferment ces mers, profondes de plusieurs kilomètres, sous une surface de millions de lieues carrées, donnent des volumes qui sont énormes, lorsqu'on les compare aux masses dont nous avons l'habitude. C'est ainsi que des familles nombreuses de plantes marines peuvent trouver, dans les eaux, de ces océans ces substances et d'autres qui font leur nourriture; c'est ainsi que des mollusques dont on sait la prodigieuse quantité d'espèces, trouvent dans les mêmes eaux les matériaux de leurs tests solides, de leurs coquilles, de leurs carapaces, de leurs charpentes; c'est ainsi que les infusoires peuvent trouver, toujours dans ces mêmes eaux, la silice, la chaux, la potasse dont se composent leurs habitations, dont se composent ces arbres animaux, dont la réunion, l'agglomération, la superposition sans loi apparente constituent les îles à coraux, constituent les atolls qui parsèment en si grand nombre et sur de si grandes étendues l'océan Pacifique et la mer des Indes.

Les polypes proprement dits sont des animaux dont le corps, de figure cylindroïde ou conoïde, est composé d'un tissu mou, dans lequel est creusée de manière à

occuper tout le corps, une cavité ou poche communiquant au dehors par un conduit, dont l'ouverture constitue à la fois l'anus et la bouche. L'ouverture unique de la poche qui est l'appareil stomacal, est entourée de tentacules, dont le nombre, la forme, les dimensions varient beaucoup dans les diverses espèces, mais sont des organes de préhension ou d'abduction à la cavité digestive des substances propres à la nutrition de l'animal. L'ensemble des appendices préhensiles contribue à donner plus ou moins à chaque individu l'apparence d'une fleur *charnue*. Par son extrémité inférieure l'animal est conformé de façon à pouvoir se fixer à des corps étrangers sur lesquels il est destiné à vivre et à mourir. Généralement l'enveloppe extérieure, la peau se durcit avec l'âge et constitue un tégument ordinairement calcaire ou calcaréo-siliceux, surtout dans les espèces dont il doit être question ici. La partie pierreuse est cependant toujours plus ou moins entourée d'une substance molle et extensible qui est de la matière animale, et le polype effrayé peut en se contractant s'enfermer presque entièrement dans les cavités de cette espèce de squelette extérieur. Dans leur élément naturel, ces animaux présentent très-ordinairement des couleurs fort variées et vives qui les font ressembler à des fleurs; mais retirés de l'eau ils n'offrent que l'aspect d'un noyau pierreux recouvert d'un épais vernis noirâtre. Quant au mode de reproduction, il paraît être double en général; car la plupart se reproduisent et par des œufs et encore par des bourgeons qui, nés sur des points de la surface du corps d'un premier individu, ne s'en séparent plus. Ainsi diverses générations vivent d'une vie en quelque sorte commune, les individus de ces générations

étant soudés les uns aux autres de manière à former des masses plus ou moins considérables.

On donne le nom de *polypier* à la portion de la tunique tégumentaire qui se durcit et devient pour ainsi dire ossifiée. Rarement le polypier n'appartient qu'à un seul individu; le plus ordinairement, presque toujours, le polypier est commun à plusieurs polypes agrégés ou soudés. Alors les individus sécrètent et déposent dans l'intérieur du tissu commun une matière calcaire ou siliceuse ou plutôt calcaréo-siliceuse, qui constitue une espèce de tigelle ou de pédoncule. On conçoit ainsi les formes variées que peut prendre un certain ensemble de ces polypiers unis les uns aux autres. Dans les astrées ce sont des agglomérations capricieuses de masses globuliformes qui constituent des ensembles plus considérables terminés par des surfaces arrondies, où sont disséminées des apparences de fleurs étoilées; dans les méandrines un polypier constitue une tige surmontée de polypes, dont la disposition présente l'aspect des méandres d'un cerveau mis à nu; dans les porites ce sont comme des spongiosités ellipsoïdales ajoutées les unes aux autres; dans les caryophyllées ce sont des tiges *bi* ou *trifurquées* surmontées de lames disposées comme les branchies des poissons; dans les oculines, dans le corail ordinaire, ce sont des tiges ramifiées portant éparses à leur surface des fleurs charnues à un nombre plus ou moins grand de pétales; dans les madrépores l'aspect est celui d'une tige conoïforme portant un grand nombre de ramifications, le tout, tige et ramifications, recouvert d'une multitude d'apparences de fleurs polypétales etc. Telle est l'origine de ces arborescences animales qui donnent la matière pierreuse appelée

corail, que l'on pêche si activement sur les côtes de l'Algérie pour la livrer à la bijouterie.

Nous avons nommé les genres auxquels appartiennent les espèces les plus communes parmi celles qui produisent ce qu'on appelle des *bancs de polypiers*. Ainsi, c'est à des animaux dont le corps n'a que quelques centimètres de long, qu'on doit la formation d'îles et de récifs, aussi vastes que nombreux, qui parsèment de très-grandes étendues dans les mers tropicales. Placés dans des circonstances convenables à leur développement et à leur activité, certains de ces animaux pullulent et travaillent au point de garnir de leurs constructions des chaînes de montagnes sous-marines, des îles immergées et les pourtours aussi immergés de vastes îles; les polypiers solides, subsistant après la mort des constructeurs, servent ainsi de bases aux édifices de nouvelles générations, et de là quelquefois de grandes dimensions en hauteur, lorsque les circonstances sont favorables à l'accroissement dans cette dimension.

A tous les êtres vivants il faut une quantité plus ou moins considérable de lumière et d'air et probablement de chaleur solaire : aussi pour les êtres marins il y a des limites de profondeur d'eau au-dessous desquelles la vie leur devient impossible, l'eau ne laissant pas pénétrer au delà la lumière, l'air et la chaleur solaire qui suffisent à leur conservation. MM. Quoi et Gaimard avaient émis l'opinion que les espèces qui contribuent le plus activement à la formation de récifs pierreux, ne peuvent vivre et agir à des profondeurs plus grandes que 8 à 10 mètres; le naturaliste allemand Forster a émis l'opinion, admise par d'autres, que les coraux ont la faculté de faire partir de mers extrêmement profondes les bases de leurs cons-

tructions pierreuses; mais après les études suivies de MM. Darwin et Ehrenberg on doit adopter une limite comprise entre ces opinions extrêmes, plus rapprochée cependant de la première : c'est que les coraux, les madrépores etc. prospèrent rarement et difficilement à des profondeurs de plus de 35 à 37 mètres, bien qu'ils puissent bâtir à ces profondeurs. Ajoutons une observation d'une très-grande importance, c'est que les polypes ne vivent et ne travaillent guère que dans les mers tropicales; rarement on en trouve, — de ceux qui donnent des polypiers pierreux, — à plus de 2° ou 3° en dehors des tropiques. Cependant il en est à des latitudes plus élevées dans quelques localités privilégiées, comme aux îles Bermudes à 32° de latitude nord, dans le golfe Persique; mais il y a là des conditions exceptionnelles qui sont une confirmation de la règle.

Nous laisserons de côté la question de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle les constructions sont faites, ainsi que la question relative à la longévité plus ou moins problématique de certains polypes; ces questions ne doivent pas avoir de place ici. Ce qui nous importe davantage, c'est d'examiner comment il peut se faire que ces animaux, essentiellement organisés pour vivre dans les eaux salées, et qui ne trouvent plus les conditions de leur vie au delà de 40 mètres sous l'eau, comment ces animaux peuvent avoir construit des récifs, des barrières de coraux, dont les têtes sortent de l'eau et s'élèvent à des hauteurs quelquefois considérables; comment ces animaux peuvent avoir aujourd'hui les fondations de leurs monuments à des profondeurs qui se mesurent par des centaines et même des milliers de mètres.

Pour expliquer l'un et l'autre fait, nous n'avons qu'à formuler quelques-unes des conséquences qui résultent évidemment de ce que nous avons dit plus haut, conséquences qui constituent l'observation due surtout au génie de M. Darwin. D'abord, lorsque les monuments coralliens ou madréporiques élèvent leurs têtes au-dessus de l'eau, ou bien lorsque l'anneau aqueux qui sépare une île et les coraux qui l'enceignent, est en partie rempli des débris de ceux-ci, c'est qu'il y a eu soulèvement des roches auxquelles sont soudés les polypiers; c'est que le soulèvement a monté dans l'atmosphère qui a fait mourir les animalcules architectes; c'est que dans le dernier cas l'action mécanique de la vague a jeté dans l'espace annulaire de séparation entre l'île et les coraux les débris des constructions supérieures de ceux-ci. En second lieu, lorsque les racines ou plutôt les liens de soudure des polypiers aux rochers sont à des profondeurs beaucoup plus grandes que 50 mètres, on est en droit d'affirmer, sans négation possible, que les rochers qui portent les bases des monuments se sont affaissés très-notablement; les premiers travaux ont dû se faire alors que les points des roches où sont les soudures, se trouvaient à moins de 50 mètres sous l'eau, et les polypiers supérieurs ont été construits à mesure de l'affaissement et de façon que les travailleurs fussent toujours dans les conditions que demande leur vie. En troisième lieu, si les bancs de coraux ont peu d'épaisseur, que leurs bases et leurs sommets soient les unes et les autres comprises entre la surface de l'eau et une profondeur de 50 mètres, c'est que les rochers qui portent les constructions n'ont eu ni affaissement ni exhaussement, — ou du moins n'ont subi que des mou-

[illegible] de faible valeur, depuis l'origine de constructions.

On sera maintenant en mesure, nous le pensons, d comprendre comment ont été construits par les polype divers les récifs ou brisants, les récifs-barrières autoc des îles, les atolls proprement dits, les îles corallienn ou madréporiques. Concevons un accident rocheux in merge ou non, ou bien une montagne sous-marine fo mant un haut-fond ou même présentant un plateau une île qui soit émergée par l'atmosphère. Les anima coles fixent leurs polypiers sur la portion de surfa comprise entre les limites des hauteurs où leur vie est plus facile, et y établissent les bases d'un monume Supposons que la masse rocheuse s'affaisse. Si l'affais ment se fait lentement, les polypes s'appuient sur rampe en se rapprochant de plus en plus du somm en même temps que d'autres se superposent peu à p à ceux qui preexistaient ; ainsi un mur solide se form croissant en largeur et en épaisseur, de manière que sommet du mur *animal* soit toujours entre les limi convenables de profondeur, et ce mur, ou plutôt ce masse de polypiers, pourra couvrir complétement sommet de l'accidentation qui en est le support. Si l'a faissement est moins lent, les polypes seront obligé pour se maintenir à la profondeur où ils peuvent viv d'employer leur activité à accroître la hauteur de le monuments, aux dépens de la largeur ; alors ce sera véritable mur qui s'élèvera et maintiendra sa crête une distance à peu près constante de la surface. Enc si l'affaissement est trop rapide pour que les constru teurs puissent, malgré leur activité, se maintenir à même profondeur, ils déserteront leurs fondations e

ciennes pour poser de nouvelles bases en des points plus élevés ; de là les pentes du terrain immergé seront sillonnées de distance en distance par des commencements de murs, dont les plus récents seront plus rapprochés du sommet de la pente. Enfin, si le mouvement du terrain vient à s'arrêter ou si, à partir de l'origine des constructions, la roche a persisté dans son niveau, les polypiers élèveront peu à peu leur édifice jusqu'à la distance au-dessous de l'eau qui est la limite supérieure où ils trouvent les conditions de leur vie. — Supposons maintenant qu'il y ait exhaussement de la base qui porte les polypiers. Si l'exhaussement se fait lentement, les constructions prendront de la largeur du côté de la pente, les polypiers se fixant à des distances de plus en plus grandes du sommet de la roche soulevée et formant en haut un talus plus ou moins incliné, mais de même sens que la pente même du terrain soulevé. Le mouvement se continuant, il arrivera que la ligne de faîte sortira des eaux, et les animalcules périront, s'ils n'ont péri déjà avant l'émersion. Dès lors l'action incessante des vagues poussées par les vents aura pour effet de détacher et de jeter ou d'un côté ou de l'autre des débris de la construction. L'exhaussement pourra d'ailleurs venir à la suite d'un affaissement antérieur, de même qu'il pourra s'être produit seulement postérieurement au début du travail des polypes.

Les monuments construits par les polypiers, lorsqu'ils ont pour support des roches affaissées, peuvent avoir des hauteurs considérables, on l'a compris par les explications dans lesquelles nous sommes entré. On y a vu aussi que les sommets peuvent être émergés ou immergés. Quant aux zones que figureraient leurs projections horizontales, elles affectent nécessairement les figures des

lignes de niveau des aspérités rocheuses qui les portent : rarement ce sont des lignes sensiblement droites ; d'ordinaire ce sont des composés de sinuosités dont l'ensemble constitue une courbe d'apparence circulaire souvent fermée. En dedans de la grande courbure, la sonde constate souvent une faible profondeur, mais dans tous les cas une profondeur beaucoup moindre relativement que celle qu'on signale en dehors, où quelquefois, souvent même, elle devient énorme à une distance peu considérable des murs madréporiques.

Il est temps de parler plus explicitement des situations et des formes principales que l'on distingue parmi les constructions gigantesques de nos petits animalcules et que les navigateurs rencontrent par milliers, surtout dans cette immense mer qui s'appelle *océan Pacifique*, et dans la mer des Indes. Quelquefois les enceintes sont au-dessous d'un voile d'eau peu épais, et alors les flots qui passent se soulèvent en brisants d'écumes : ce sont ainsi des écueils dangereux pour la navigation, surtout dans les parages où ils sont multipliés. Ailleurs les écueils percent la vague, et sous les rayons du soleil éblouissent par l'éclat de leur blancheur ou charment par leur couleur rose tendre ; car l'œil du marin peut mieux les distinguer ; et on aperçoit en dedans des rangées d'îlots semblables à de gigantesques pierres druidiques, alignés parallèlement aux brisants. Souvent les récifs entourent et à distance des îles quelquefois très vastes, laissant entre eux et les rivages une espèce de large fossé en couronne, où sont précipités par la vague les débris du récif-barrière. Mais on réserve plus particulièrement la dénomination d'*atolls* à la disposition dont nous allons parler.

Les atolls donc sont des récifs en anneaux ou en croissants plus ou moins allongés, qui entourent des lagunes ou des baies dont les eaux se distinguent généralement par une coloration en vert pâle. Quelquefois l'atoll paraît incomplet, c'est-à-dire qu'il se compose d'îlots disposés suivant une ligne semblable à celle que nous venons d'attribuer à l'atoll complet. La masse émergée, qu'elle soit continue ou interrompue, est généralement accrue de coquillages, de débris de toutes sortes, que la haute mer y a jetés dans ses moments de fureur. Puis des graines, apportées par la tempête ou par les oiseaux voyageurs ou par toute autre cause, étant venues germer sur ces terrains de formation récente, les ont peuplés d'une végétation dont la richesse s'est progressivement accrue. Aussi, dans la région d'un atoll la plus exposée aux vents et par suite dans les conditions les plus favorables à l'accroissement par les matières qu'apporte le flot, les terres émergées sont couvertes d'une végétation luxuriante de cocotiers en groupes ou en bosquets et de tous les arbres magnifiques des régions tropicales. Puis, après les arbres sont venus les oiseaux; puis, accidentellement sans doute, des animaux terrestres et même des hommes qui y ont trouvé un refuge après un naufrage. Les atolls donc, suivant qu'ils sont continus ou interrompus dans les lignes que forment leurs enceintes, présentent l'aspect d'une forêt circulaire ou de bosquets disposés en rond; vus de haut, ils feraient l'effet de feuilles flottant sur le bleu des eaux, en couronnes continues ou échancrées.

On a pu croire, et un géologue anglais éminent, M. Lyell, l'a soutenu, que la figure circulaire des atolls est due à ce qu'ils garnissent les pourtours de cratères sous-

marins. Mais cette opinion a dû être abandonnée lorsque M. Darwin et quelques autres naturalistes ont fait connaître leurs ingénieuses observations dont nous avons dit le résumé. M. Lyell lui-même a reconnu qu'il avait été le partisan d'une erreur et s'est rallié loyalement à l'explication rationnelle de M. Darwin, comme à celle qui rend plus naturellement compte de tous les faits, sans aucun besoin de recourir aux hypothèses singulières qu'avait nécessitées la première explication. Pour donner une idée de l'inadmissibilité de ces hypothèses, disons qu'il faudrait supposer que des milliers et des milliers de volcans se sont élevés uniformément à la même hauteur; qu'il faudrait supposer que des cratères, qui occupent une double ligne de 750 kilomètres de long sur 80 de large, ne se sont cependant jamais signalés, qu'on sache, par aucune éruption de lave ou de cendre.

L'explication de M. Darwin, disons-nous, rend compte facilement de toutes les circonstances des faits. Bornons-nous à un petit nombre d'observations qui comprendront presque toutes ces circonstances principales. Un atoll complet indique un soulèvement par suite duquel le rocher central n'a pas été encore amené à l'émergence. Ce qui confirme cette affirmation, c'est que l'atoll est entouré d'une profondeur d'eau qui va croissant rapidement à mesure qu'on s'éloigne des polypiers, tandis que la profondeur d'eau dans la lagune est relativement très faible; c'est que dans certains cas la roche solide perce la lagune à l'intérieur et forme un îlot entouré d'une nappe circulaire d'eau encaissée par les polypiers; c'est que, dans certains cas, l'émersion continuant a d'abord diminué la largeur du canal de sépa-

ration; puis, les débris des polypiers et les matériaux lancés par la mer ont achevé de le remplir; et ces deux effets concourant, ont substitué à la lagune, bordée par une ceinture de corail, une île complète, sur laquelle vivent des végétaux et des animaux. Et même nous oserions presque affirmer que certaines îles élevées, entourées aujourd'hui de barrières, ont été autrefois des atolls comme ceux où la partie inférieure est de nos jours occupée seulement par les eaux. Bien plus, ne rencontre-t-on pas dans quelques îles des bancs de madrépores ou de coraux actuels, qui ont 200 ou 300 mètres d'altitude? On en trouve particulièrement à Timor qui ont de 5 à 10 mètres d'épaisseur; on en trouve dans la Nouvelle-Hollande, dans la terre de Diemen, aux îles Mariannes, aux Sandwich etc. Dans l'Ile de France, en particulier, un banc de madrépores de notre époque géologique, qui a 4 mètres d'épaisseur, est aujourd'hui enclavé entre deux courants de laves.

Nous avons bien des fois déjà fait allusion au grand nombre des récifs coralliens qui parsèment certaines mers. L'océan Pacifique renferme une quantité presque innombrable de coraux entre le 30e parallèle de latitude nord et le 30e parallèle de latitude sud; le golfe Arabique, le golfe Persique, la partie de la mer des Indes entre l'équateur et le parallèle qui passe au sud de Madagascar, sont aussi parsemés d'un très-grand nombre de ces sortes de récifs ou d'atolls; il y a sur la côte orientale de la Nouvelle-Hollande un de ces récifs, décrit par Flinders, qui occupe une longueur totale de 360 lieues, sans solution de continuité sur un espace de 125 lieues. Quelques groupes d'îles coralliennes de la mer Pacifique n'occupent pas moins de 400 lieues de long sur plus de

120 de largeur moyenne; tel est particulièrement l'ar-
chipel Dangereux où cependant, comme dans les autre
groupes dont il est ici question, les îles n'ont que pe
d'étendue et sont assez clairsemées. Aussi ces diver
parages ont des points nombreux que redoutent les na
vigateurs, parce que l'histoire des naufrages les signal
comme ayant été les théâtres de sinistres aussi nombreu
que déplorables.

Une chaîne remarquable de récifs et d'îles de corau
de l'océan Indien a été étudiée particulièrement et de
observations précieuses y ont été faites : c'est la doubl
rangée des Maldives au sud-ouest du cap Comorin, dan
la mer des Indes, rangée qui se continue au nord pa
les îles Laquedives et au sud par les Chagos, formar
une longueur totale de 15° à peu près. On voit dans le
Maldives un alignement de groupes circulaires d'île
tout à fait coralliennes, groupes dont les plus conside
rables ont de 15 à 30 lieues dans leur plus grand dia
mètre. Ici les atolls, au lieu d'être formés d'une ter
continue, ont leurs ceintures composées de petites il
dont le nombre s'élève quelquefois à plus de cent et var
en dimension entre 600 et 3000 mètres. Leur sol co
siste en roches sablonneuses formées de débris d
coquilles et des coraux qu'on rencontre sur les rivage
Le capitaine anglais Horsburgh a trouvé aux lagunes d
ces atolls des profondeurs de 25 à 70 mètres; il a r
connu que des récifs de coraux s'étendent quelquefo
en dehors jusqu'à une lieue et que au delà on n'attei
pas le fond de la mer, à de très-grandes profondeur
Dans les canaux de séparation de deux atolls, un so
dage de 250 mètres n'a pas touché le fond; mais pl
tard le capitaine Moresby, explorant les mêmes parage

l'a trouvé à 350 mètres de profondeur, en certains points. Nous pouvons appliquer aux Laquedives ce que nous venons de dire des Maldives; mais les Chagos au sud offrent une particularité, qui d'ailleurs est loin d'être exclusive à ces parages, c'est que l'affaissement y a été tellement rapide que les constructeurs n'ont pu maintenir partout leurs constructions à la hauteur voulue pour leur vie. Aussi les atolls qui dépassent l'eau sont relativement peu nombreux; mais ceux qui se sont affaissés, constituent des bas fonds circulaires pavés de polypiers désertés par la vie. Les sondages font connaître néanmoins que le banc des Chagos a été l'un des atolls les plus vastes de l'océan Indien.

Parmi les anneaux de corail qui entourent des îles élevées, citons Vani-Koro, célèbre par le naufrage de *La Pérouse*. Cette île est entourée, comme un tableau de son cadre, par un récif qui laisse entre le cadre et le tableau une bande de près d'une lieue de large, occupée par une profondeur d'eau de 60 à 90 mètres. C'est donc une espèce d'atoll dont la lagune aurait une île à sa partie centrale. Il en est de même de Otaïti, amas de montagnes rocheuses, entouré d'une zone d'eau salée que limite un rempart de coraux sur lequel la mer déferle sans cesse; il en est encore de même de la Nouvelle-Calédonie, à l'est de la Nouvelle-Hollande, où la lagune est occupée non-seulement par l'île que nous venons de nommer, mais par une chaîne de rochers sous-marins qui sont le prolongement de cette terre allongée.

Notons que les atolls occupent dans le Pacifique et la mer des Indes un espace qu'on peut comparer au continent asiatique et que sur cet espace des différences de hauteurs qui devaient s'élever à 1500 ou même 3000

mètres ont été nivelées par des coraux. On prendra pa cette remarque une idée de la masse des constructior faites par les polypes des atolls, des récifs et des bar rières de coraux, et de la prodigieuse quantité de calcair que ces animaux ont extraite des eaux de la mer.

Quoique nous ayons laissé de côté des détails intéres sants, ceux dans lesquels nous sommes entré sur le constructions des coraux, paraîtront peut-être un pe longs, eu égard à la conséquence que nous nous propo sions d'en tirer; mais nous tenions à faire bien com prendre que les preuves par les atolls des mouvemen verticaux des sols sont aussi manifestes et aussi certain que les autres genres de preuves invoquées en faveu des mêmes faits. Aussi maintenant que nous avons ex posé comment ce nouveau témoignage s'ajoute aux au tres déjà connus, dans les constatations qui font l'obj de cette étude, nous pourrons marcher plus rapideme dans le parcours des aires constatées des dénivellatio des sols de la cinquième partie du monde. Nous pa tirons cependant de limites qui ne sont pas tout à fa celles que la géographie assigne aux divisions du glob mais on conçoit que *nos* divisions puissent ne pas coï cider avec les divisions politiques ou chronologic historiques.

On doit à M. Darwin l'observation générale trè importaute que l'océan Pacifique, la mer des Indes leur entourage de continents et d'îles peuvent être part gés en aires alternatives d'exhaussement et d'affaiss ment; et l'exactitude de l'observation a été depuis pl sieurs fois reconnue. En commençant par les côtes oc dentales de l'Amérique du Sud, on trouve, sur c côtes du continent, des indices d'un soulèvement récen

non dans l'observation des coraux, qui manquent ici, mais dans des bancs soulevés de coquilles marines; et ce mouvement en ascension se manifeste, nous le savons, sur les côtes ouest de l'Amérique du Nord, les îles du voisinage en participent aussi, et dans l'hémisphère septentrional il paraît s'étendre jusqu'aux Sandwich. Si l'on marche vers l'ouest, à la hauteur de la Bolivie, après une mer profonde, renfermant de rares récifs, on arrive à une aire d'affaissement qui comprend le bassin central de la mer du Sud, une agglomération d'atolls et d'îles à récifs, où l'on voit les archipels Dangereux, des îles Basses, de la Société, les rangées de Gilbert et de Marshall, les Carolines; cette aire d'affaissement comprend en un mot cette espèce de voie lactée d'îles, d'îlots, de récifs qui s'étend sur une longueur de plus de 12,000 et une largeur de près de 2000 kilomètres. Aussi peut-on penser que ce qui reste émergé dans cette zone, aurait appartenu à un immense continent, deux fois plus grand que l'Europe, que le mouvement en affaissement a presque noyé avec une partie des populations qu'il nourrissait. Depuis que les progrès de la navigation ont permis de visiter plus souvent ces parages, on a constaté comme confirmation que certaines îles ont complétement disparu, tandis que d'autres ont considérablement perdu de leurs dimensions.

Au sud de cette grande aire de dépression et presque parallèlement, un soulèvement se manifeste dans une zone comprenant le demi-cercle de volcans qui fait ceinture à la mer du Sud. La Nouvelle-Zélande, qui est à un point de l'extrémité méridionale de cette zone, s'est exhaussée, même depuis la colonisation par les Anglais, d'une quantité assez notable pour que ses nou-

veaux habitants aient pu constater l'élévation et l'a grandissement des promontoires et la diminution d profondeur des ports, que des rochers obstruent graduel lement de plus en plus. Depuis le commencement d notre époque géologique, les montagnes de cette contré se sont élevées, de 1500 mètres au moins, plus haut qu leur niveau à l'origine de cette période; l'élévation n' pas été continue, mais s'est faite par reprises différente dont les dix étages des gradins de leurs flancs indiquent l nombre. Aujourd'hui même les montagnes grandissent e core. Les plages de Lytleton en particulier se sont soul vées de 1 mètre en dix ans. Dans les Nouvelles-Hébride dans les îles Salomon, sur les côtes septentrionales occidentales de la Nouvelle-Guinée, dans les îles d grand archipel de la Sonde, on reconnaît que, à suite d'un affaissement ancien, est venu un exhauss ment, double mouvement indiqué par l'état des rivag de nos jours; ces rivages s'étendent par l'émersion bancs de coraux, qui semblent végéter sur le fond la mer.

A la pointe du continent asiatique qui touche presq à Sumatra, la zone d'élévation se bifurque. L'une d zones partielles qui dérivent de cette division, mon vers le nord-est et va entourer la mer de Chine, do cependant les côtes de la Cochinchine et du Tonquin dépriment graduellement. Puis, se continuant vers nord, cette même branche comprend les Philippines Formose, l'île Kiousiou, le Japon, les Kouriles, Kamtschatka, et en un mot elle court toutes les ter volcaniques qui avoisinent la fissure d'éruption du Pa fique, pour atteindre ensuite l'Amérique par les î Aléoutiennes. L'autre zone partielle d'exhaussem

comprend d'abord Sumatra, dont les péninsules de la côte orientale s'appellent encore *îles*, dénomination qui suffit à indiquer que l'on y constate le mouvement en exhaussement. Puis la zone monte dans le golfe du Bengale, dont tout le fond participe de l'élévation, ainsi que les côtes qui le bordent. En effet, à l'ouest de l'entrée du golfe, l'île de Ceylan s'élève au moins en partie, par exemple du côté oriental ; à l'ouest les îles qui constituent les archipels de Nicobar et d'Andoman, sortent de plus en plus des eaux ; puis, comme nous venons de le dire, les terres des deux côtes opposées émergent de plus en plus. Au nord, vers la pointe du golfe, la région que traverse le cours inférieur du Gange, paraîtrait comprise aussi dans la même aire d'élévation. Il résulte des observations, dans leur ensemble, que le pays tout entier est soumis à une espèce de mouvement de bascule, dont nous avons déjà cité des exemples, et que ici le mouvement serait du sud au nord : les affluents inférieurs du Gange, le Coosy, le Mahanady, le Soane, déplacent incessamment leurs embouchures qui se portent vers l'amont ; aussi le Soane, depuis quatre-vingts ans, a reculé son embouchure de 7 kilomètres plus à l'intérieur des terres. M. Fergusson, qui a étudié la question, placerait la limite occidentale de la zone d'élévation vers le confluent du Gange et du Gogra, tandis que l'autre limite serait aux îles de la Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire à 13,000 kilomètres vers le sud-est.

En même temps que semble émerger un nouveau continent, dont les éléments déjà sortis de l'eau sont la Nouvelle-Guinée, les Moluques, la Malaisie, Sumatra et jusqu'aux Philippines vers le nord, un autre continent voisin paraît continuer un mouvement d'immersion de-

puis longtemps déjà commencé. Ce dernier, dont les terres perdent peu à peu de leur altitude et de leur étendue, comprend l'Australie, et d'un côté l'archipel de la Louisiade avec la mer de Corail, la Nouvelle-Calédonie, et de l'autre l'océan Indien proprement dit, avec ses milliers de récifs. La grande barrière australienne, à l'est de l'Australie, tous les récifs de la mer de Corail, la barrière de brisants qui entoure la Nouvelle-Calédonie, la double rangée de monts sous-marins que constituent les polypiers de Chagos, des Maldives, des Laquedives etc., s'engouffrent lentement et tendent à disparaître. Pour celles de ces masses qui sont déjà sous l'eau, elles seraient bien loin de la surface, sans le travail incessant des polypes, qui ajoutent activement par en haut à leurs constructions et se maintiennent à la limite de profondeur où la vie leur est possible.

Ainsi, des côtes occidentales de l'Amérique aux limites occidentales de l'océan Indien, parallèlement à l'équateur et sur une longueur qui comprend les deux tiers de la circonférence du globe, on trouve, en allant de l'est à l'ouest, deux alternances de soulèvement et d'affaissement, qui constituent quatre aires très-vastes de mouvements en dénivellation. D'abord c'est le continent américain avec les îles voisines de ce continent qui s'exhaussent lentement; puis viennent les îles basses du Pacifique jusqu'à celles qui parsèment l'Océanie, dont l'affaissement aurait caché les terres sous l'eau, sans l'activité du travail des polypiers; ensuite vient le soulèvement d'une zone qui comprend la Nouvelle-Zélande, les Hébrides, les Carolines, la Nouvelle-Guinée, les îles de la Sonde, et constitue une espèce de vaste demi-cercle peuplé de volcans; enfin nous avons vu le lit de

la mer des Indes se déprimer et les eaux de cet océan tendre à submerger les îles de coraux.

Continuons notre examen au delà du point où nous venons de nous arrêter, pour arriver à des contrées qui nous ont déjà occupés. Nous trouvons d'abord les rivages de la vaste terre d'Afrique qui, avec les îles émergées voisines, constituent une nouvelle et troisième aire de soulèvement. Autour des îles Rodrigue, de la Réunion, Maurice, Madagascar, et sur les côtes de Mozambique sont des bancs de coraux dont l'émergence de plus en plus prononcée indique le soulèvement des terrains. L'élévation du sol paraît d'ailleurs se continuer vers le nord jusqu'à la mer Rouge, dont les rivages offrent à diverses hauteurs des témoignages irrécusables d'un séjour récent des eaux océaniques. Les voyageurs Rüppell, Salt, Valencia, puis Ferret et Galinier, et après eux M. Lejean, ont constaté, en explorant ces parages, l'existence de récifs émergés, de plages où le sable est mêlé abondamment de sel, et de baies qui sont devenues des marécages. Mais l'élévation se remplace plus au nord par une dépression, sans que l'on sache où est située la limite de séparation des deux sens de mouvement : ce qu'on en sait c'est que dans les environs de l'isthme de Suez l'affaissement est si bien caractérisé, ainsi que nous avons eu déjà occasion de le mentionner, que le percement par les hommes de cette langue de terre ne fait que devancer l'œuvre de la nature, qui seule finirait par réunir les eaux des deux mers.

CHAPITRE VIII.

Résumé et conséquences.

Résumons et groupons les observations comprises dans cette étude afin de pouvoir plus facilement en faire ressortir quelques conséquences importantes.

Toute la zone de l'Europe et de l'Asie septentrionale qui part des îles britanniques inclusivement et court par le Danemark, la Suède et la Norvége, jusqu'à la Sibérie et au Spitzberg, est soumise à un mouvement prononcé de bascule. La rotation autour d'un axe, ou plus probablement autour d'axes formant une espèce de ligne brisée très-ouverte, qui passe à la hauteur de Calmar, cette rotation a pour effet de relever les régions relativement plus septentrionales et d'abaisser les régions du côté opposé. Le dernier effet, l'affaissement, se continue par de là les mers, et peut-être est-ce le même qui se fait sentir jusqu'à une ligne de séparation, légèrement oblique à l'équateur, qui traverse la France centrale, de l'ouest à l'est quart nord-est à peu près.

Au sud de la ligne de séparation dont nous venons de parler, commence, à partir d'une limite qu'on ne saurait bien préciser, un relèvement de tous les terrains qui composent ou constituent le bassin des mers méditerranées. Ce dernier mouvement en exhaussement affecte toute l'étendue comprise à peu près entre les méridiens de Gibraltar et de Chypre, dans le sens de la longitude, et entre un parallèle de la France centrale et le trentième parallèle de l'hémisphère nord, dans le sens de la latitude.

Près de l'isthme de Suez commencent deux dénivellations de sens opposés, et qui affectent deux zones presque perpendiculaires l'une à l'autre. La première, qui est une zone d'affaissement, traverse le nord de l'Arabie, la Perse, l'Empire-Céleste et va se perdre non loin des côtes orientales de l'Indo-Chine et des limites occidentales de la mer de Corée. La deuxième zone, qui est une zone d'exhaussement, descend vers l'équateur, comprenant le bassin de la mer Rouge, le sud de l'Arabie, la côte occidentale du golfe d'Oman, les côtes orientales du continent africain, Madagascar, les îles de la Réunion, Maurice, Rodrigue, et ce mouvement se perd dans la mer, au sud-est du cap de Bonne-Espérance.

Presque parallèlement à la zone d'élévation dont nous venons de parler, se manifeste une zone de dépression, qui part du nord-est du golfe d'Oman, à l'embouchure de l'Indus, et touche ainsi à une zone de dénivellation en affaissement dont nous avons parlé tout à l'heure, comme courant de l'ouest à l'est à partir de l'isthme de Suez. Cette nouvelle zone d'affaissement, qui renferme les Laquedives, les Maldives, les îles Chagos au delà de l'équateur, s'étend jusqu'à la latitude méridionale des îles d'Amsterdam et de Saint-Paul; là, elle rejoint une zone d'un mouvement de même sens de dénivellation, qui a une direction perpendiculaire à la première.

Des limites orientales donc du sud de l'océan Indien part un mouvement en affaissement. Cet affaissement affecte tout le continent australien ou de la Nouvelle-Hollande, la mer de Corail, l'archipel des Louisiades et va se terminer à peu près à la Nouvelle-Calédonie et aux îles de l'archipel de Quiros qui y sont comprises.

De l'extrémité nord du golfe du Bengale part un mou-

vement en élévation, qui comprend les limites orientales de ce golfe, la partie est de Ceylan, les rives occidentales du golfe, Sumatra, les îles de la Sonde, et ici se bifurque en deux branches. L'une de ces branches, montant vers le nord, comprend la Malaisie, Mindanao, les Philippines et la mer de la Chine, l'île Formose, la mer de Corée, le Japon et sa mer, les Kouriles et les îles Aléoutiennes, par lesquelles il va rejoindre le mouvement de même sens qui affecte les côtes occidentales de l'Amérique russe. L'autre branche de l'aire d'élévation qui nous occupe, partant de la Malaisie et de Java, comprend l'île de Célèbes et les Moluques, la Nouvelle-Guinée et l'archipel des Carolines, la Nouvelle-Irlande, les îles Salomon et l'île Duperrey, l'archipel de La Pérouse et les Nouvelles-Hébrides, sans que nous puissions assigner sa limite orientale.

Au sud de la Nouvelle-Calédonie, la Nouvelle-Zélande est dans une aire d'élévation qui comprendrait, en montant vers le nord, les îles Kermadec, passerait entre l'archipel de Quiros et celui de Viti pour aller rejoindre le mouvement de même sens aux Nouvelles-Hébrides, point où nous l'avions laissé. Ce serait ainsi ce dernier qui se continuerait en arc de cercle à partir des îles Salomon.

Un mouvement en dépression affecte une zone qui comprend l'archipel d'Anson, la rangée de Marshall et les sporades boréales, les Mulgraves, les îles Colbert, les sporades australes, les archipels de Bougainville, des Amis, de Cook, de Taïti, de Pomatou, et a sa limite à une distance inconnue des côtes occidentales de l'Amérique méridionale, où nous savons que se fait un mouvement en ascension.

En effet, du cap Horn jusqu'au détroit de Béring, toutes les côtes occidentales des deux Amériques semblent soumises à un mouvement en émergence, qui affecte les îles littorales dans l'hémisphère sud et s'étend dans l'hémisphère nord jusqu'à l'archipel des Sandwich.

Il ne nous reste plus qu'à résumer ce qui est relatif à la portion de notre terre comprise entre les côtes occidentales de l'ancien continent et les côtes orientales des deux Amériques. Pour cette région, vaste cependant, nous n'avons d'indications assez positives qu'en ce qui concerne les côtes et les mers voisines du Nouveau-Monde. Des limites orientales de la Patagonie à l'équateur, les rivages américains et les îles qui y touchent, sont soumis à un mouvement en affaissement. L'immersion progressive des terres paraît se continuer au delà de la Ligne jusque dans le voisinage des Antilles, où la dénivellation change de sens : c'est en effet une émergence qui se manifeste à Cuba, dans la Floride et sur le reste des côtes orientales des États-Unis jusqu'à Terre-Neuve seulement, point à partir duquel les côtes s'affaissent jusqu'au Grœnland, qui participe du même mouvement en immersion. Quant aux terrains littoraux et aux îles de l'Ancien-Monde qui sont en regard des limites du Nouveau-Monde que nous venons de parcourir, les observations sont trop clair-semées, trop séparées, pour que nous puissions rattacher les mouvements entre eux ou à d'autres dont nous avons parlé. Ce que nous avons trouvé de renseignements, nous dit seulement que les Açores, Madère, probablement les Canaries, l'île de l'Ascension, Sainte-Hélène subissent un mouvement en affaissement.

Au travers de ces grandes aires de dénivellation, que

autres de 1500 mètres; puis même c'est pendant la période actuelle que, sans bouleversement daté, le changement dans le sens de la dénivellation s'est fait au Pérou, en Égypte, dans l'Amérique du Nord. Les choses se passent, ainsi que le dit très-bien M. Reclus, comme si la terre avait une respiration lente, dont chaque acte d'inspiration ou d'expiration durerait des siècles.

Nous avons réuni, dans l'intérêt de notre thèse, un nombre assez considérable de faits sur les mouvements des sols superficiels de toutes les régions dans lesquelles les géographes partagent la surface de la terre; et certainement nous avons omis beaucoup de faits du même genre, cependant observés et étudiés. Mais ce que nous avons cité, ne doit-il pas suffire à convaincre que partout ou presque partout on constaterait une dénivellation superficielle du sol, si les moyens de constatation ne faisaient défaut, ou au moins ne devenaient très-difficiles dans un grand nombre de cas? Dans les points continentaux tout intérieurs, c'est-à-dire éloignés de ces réservoirs d'eau appelés *lacs* ou *mers*, par exemple, on n'a guère de moyen de constatation, au moins pour la durée historique, que ceux qui sont fournis par l'observation du régime des fleuves, et alors les conséquences peuvent ne pas paraître inattaquables. Encore avons-nous vu que dans certains lieux, en Scandinavie particulièrement, on a pu reconnaître que dans notre ère géologique il y a eu variation du niveau même des terrains situés au milieu du continent. Cependant, avouons-le, ces faits indicateurs ne sont pas nombreux, relativement à ceux qui concernent les régions côtières. Notre conséquence, appliquée à ces régions éloignées de toute mer, ne peut guère être considérée que comme une dé-

duction basée sur l'analogie; mais la présomption est tellement fondée qu'elle équivaut presque à la certitude. Nous nous croyons donc autorisé à conclure de l'ensemble des observations acquises, que les sols stables sont de très-rares exceptions, et que la dénivellation des terrains est la loi générale, presque universelle, pour toutes les régions géographiques.

CHAPITRE IX.

Supplément aux études précédemment publiées.

Une question des plus importantes, au point de vue des faits actuels et même de l'histoire passée de la terre, c'est celle qui a pour objet l'état physique de notre globe. Est-ce un sphéroïde entièrement solide? Est-ce un système composé d'une écorce solide et d'une masse liquide emprisonnée? La grande majorité des naturalistes admet la réponse affirmative à la dernière question; nous avons essayé, dans notre étude précédente, *Marées du sol*, de réunir les raisons que l'on invoque généralement à l'appui de cette opinion. Or nous trouvons dans la conséquence immédiate de l'étude actuelle, *Mouvements séculaires des sols*, un argument en faveur de la même opinion : cet argument est un corollaire évident, nous semble-t-il, de ceci, que tous les sols sont instables dans leurs niveaux. S'il est vrai, en effet, que toutes les masses rocheuses qui font la partie superficielle de l'écorce du globe, que ces masses soient baignées par les eaux ou émergées au jour de l'atmosphère, s'il est vrai que toutes oscillent dans le sens de la verticale, ne doit-on pas admettre qu'une cause générale seule est

capable d'un tel effet? Donc, quelle peut être cette cause?

Avec l'hypothèse d'une solidité complète, on invoque des actions chimiques souterraines, des compositions ou des décompositions faites par la nature dans les sous-sols, opérations d'où résulteraient ici des élévations, là des dépressions. Nous avouons ne pas bien saisir entre quelles natures et quelles quantités de substances des actions chimiques pourraient se faire, qui produiraient des mouvements d'une aussi grande puissance que ceux que nous avons étudiés, qui feraient des tremblements de terre de la valeur de ceux de Lisbonne et de la Calabre, qui produiraient les éruptions si formidables des monts volcaniques, qui en un mot causeraient tous ces grands phénomènes qu'on est convenu d'appeler *plutoniens*.

Dans l'autre hypothèse, dans celle d'une mer ignée intérieure, ou d'un liquide à très-haute température, les mouvements de la croûte emprisonnante peuvent s'expliquer, au contraire, assez facilement, soit par les attractions célestes combinées avec la force centrifuge de la rotation, soit par des variations dans la tension de l'atmosphère qui doit exister entre la surface interne de la croûte et la mer plutonienne. On conçoit très-bien que les masses dont l'imbrication, l'enchevêtrement constitue les sols des continents et les parois intérieures des mers, soient mobiles, si la base sur laquelle ces masses s'appuient est elle-même mobile; car l'écorce flexible doit naturellement participer des modifications qui surviennent dans la forme de la masse qu'elle enveloppe.

Ainsi le défaut de stabilité dans la généralité des terrains fournirait une présomption de plus en faveur de l'hypothèse de la fluidité intérieure de notre planète. Puis

de l'existence de cette fluidité découle théoriquement la réalité de ces mouvements divers que nous avons appelés *marées du sol*, comme nous avons essayé de l'établir dans notre première étude, relative aux réactions des mouvements de l'intérieur de la terre sur l'écorce extérieure. Nous n'insistons pas davantage sur ce sujet, parce que nous allons avoir à y revenir à propos de notre Esquisse sur les variations de latitude et de climat dans la région française et sur leur cause. Ajoutons cependant que les mouvements de la croûte, déterminés par les oscillations de la surface du fluide interne, pourraient être regardés comme étant pour quelque chose dans l'existence des petites marées observées à certains lacs, le lac de Genève par exemple, pourraient être pour quelque chose dans les causes des anomalies qu'on observe aux marées plus considérables des vastes océans et qui jusqu'à présent n'ont pas une explication rationnelle.

Dans le fascicule dont nous venons de dire le titre, nous nous sommes proposé d'établir, par diverses considérations, que l'axe de la rotation diurne de la terre *pourrait bien* ne pas coïncider constamment avec un même diamètre du sphéroïde. Il est vrai, avons-nous dit, les solutions mathématiques données de cette question concluent tout le contraire, c'est-à-dire, concluent la persistance de l'axe à percer la surface terrestre aux mêmes points. Mais le problème qu'ont résolu les mathématiciens, part de données au nombre desquelles figure essentiellement l'hypothèse de la permanence au même point du système tournant qu'ils ont considéré; en d'autres termes, ils ont supposé à ce système l'invariabilité dans la forme. Mais cette persistance dans la

forme est-elle une réalité? Il est bien permis d'en douter, s'il est vrai que la terre soit une mer liquide recouverte d'une enveloppe flexible; car les attractions extérieures doivent faire varier la figure générale. Il est permis de douter de la persistance au même point du centre de gravité général, lorsque l'on considère que des mers vastes et profondes remplissent des dépressions superficielles, lorsque l'on considère qu'une atmosphère d'une grande hauteur fait partie du système terrestre; car ces masses, eau et atmosphère, ne sauraient être négligées, et leurs parties subissent des mouvements relatifs sous les influences extérieures. En outre, n'avons-nous pas vu que des terrains à dimensions très-étendues sont sans cesse en mouvement? Et nous dirons plus tard, en parlant des tremblements de terre, que ces faits violents, par exemple celui de Lisbonne, peuvent aussi déplacer des portions considérables de la masse superficielle et changer leurs positions par rapport au centre de la terre. Or on ne saurait faire entrer, avec leurs valeurs relatives qui sont d'ailleurs inconnues, ces divers éléments de la question dans les équations par lesquelles on essaierait de la résoudre. Ainsi ce n'est pas aux procédés au raisonnement des mathématiques qu'il faut demander de faire connaître si l'axe de la terre se déplace ou est fixe dans l'intérieur de notre sphéroïde; c'est l'observation qui doit être interrogée : c'est à elle de nous dire, par l'étude des conséquences, s'il y a permanence ou non-permanence dans les positions des lieux où l'axe de la rotation diurne perce la surface de la terre.

Nous allons reprendre et passer rapidement en revue quelques-unes des conséquences de la non-permanence de l'axe dans l'intérieur de la terre et ajouter sur le sujet

quelques observations à celles que nous avons formulé dans notre Esquisse sur les variations de latitude et climat.

Une première conséquence du déplacement de l'a ou des pôles serait une variation dans les latitudes d lieux. Or on *croit* que les latitudes sont constantes, o *croit* que le pôle nord du ciel persiste à la même hauteu au-dessus de chaque horizon. Nous avons déjà dit que dans notre pensée, l'opinion qui admet la persistanc de hauteur, pourrait bien être l'effet de ce que les me surages ont toujours été faits avec l'idée préconçue d cette persistance. On ne s'est jamais posé la questio d'observer si le pôle a ou n'a pas varié dans sa hauteu au-dessus de l'horizon ; mais on a eu toujours en vue, a mettant la persistance, de vérifier les nombres donnés p les opérateurs précédents. Or nous savons ce qu'une id préconçue peut exercer d'influence sur les appréciatio des opérateurs même les plus consciencieux. A cet égar nous pouvons citer l'autorité de M. Le Verrier, que pe sonne ne contestera lorsqu'il s'agit de mesures ang laires astronomiques ou géographiques. N'avons-no pas entendu, en effet, le savant directeur de l'Observa toire impérial, dire à la Sorbonne, dans une séance la réunion des Sociétés savantes, que les astronom français ont cru devoir avec raison s'abstenir systém tiquement de certaines mesures qui occupent le mon savant astronomique, parce que en France on s'est fa déjà une opinion sur les résultats? Donc, ainsi que no l'avons dit dans notre premier fascicule, il serait à d sirer que des mesures de hauteurs du pôle fussent pris en des observatoires de longitudes très-différentes, ma dans le but de constater s'il y a ou s'il n'y a pas persi

tance de hauteur, en laissant de côté, si c'est possible, l'idée arrêtée à l'avance que cette hauteur est ou n'est pas variable.

D'ailleurs des observations du genre de celles que nous désirons, se font depuis un certain nombre d'années à l'observatoire de Greenwich. « Quelquefois, nous a écrit M. Airy, directeur de cet observatoire, les résultats ont manifesté des différences de 1″ dans la hauteur du pôle nord. » Mais des différences aussi faibles ne permettraient pas de conclure la réalité du déplacement de cette extrémité de l'axe; car ces différences ont leurs valeurs comprises entre les limites des erreurs que l'on peut commettre dans des mesures aussi délicates. Quoi qu'il en soit, nous ne prétendons pas, si le pôle se déplace, qu'il parcourt un parallèle à l'équateur; la ligne tracée à la surface de la terre peut être une ligne très-irrégulière, plus ou moins zigzaguée et offrant même des rebroussements. Nous ne saurions dire *a priori* ce qu'est cette ligne, si elle a ou n'a pas une définition géométrique, car c'est à l'observation seule, à une observation même longtemps prolongée, qu'il appartient de la déterminer. Aussi peut-il arriver que pour un lieu, pendant la durée d'une certaine période, la hauteur du pôle soit invariable, augmente ou diminue sans qu'on soit autorisé à en conclure l'invariabilité de cette hauteur ou son accroissement ou sa diminution indéfinis. Il nous semble donc nécessaire que les observations de mesures soient suivies pendant un certain nombre d'années, de divers horizons, pour qu'on puisse arriver à une conclusion certaine.

Une autre conséquence du mouvement du pôle à la surface de la terre et par suite du mouvement de l'équa-

teur, ce serait le déplacement des lieux où se font renflement et l'aplatissement de valeurs maxima ou d valeurs particulières. De là résulteraient par suite cer taines dénivellations des terrains, et particulièrement l rotations autour d'axes de continents ou de portions continents, ainsi que de portions des fonds des mers. C nous avons vu que partout, au moins presque parto où l'observation a pu être faite, on a constaté des os cillations verticales des sols, des mouvements à longue périodes dans deux sens opposés. Et la géognosie a éta bli que, bien des fois dans les époques passées, le mêmes lieux ont été alternativement continents émergé ou fonds baignés par les eaux des océans. Toutefois i ne faudrait pas supposer que les variations dans les ni veaux relatifs des eaux de la mer doivent prendre le valeurs qu'indiqueraient les variations des distances au centre de la terre, déterminées pour un même point pa les limites du renflement et de l'aplatissement correspon dant à ce point. Les causes qui font les mouvements de capacités ou des réservoirs dans le sens vertical, sou lèvent ou affaissent en même temps les liquides conte nus. Il arrive dès lors ce qu'on observe pour un vase e partie rempli d'eau, qu'on élève ou qu'on abaisse; le variations des niveaux relatifs du liquide et des paro ne résultent que de mouvements de bascule du vase dé placé. Aussi pensons-nous qu'il y a plus de suppositio que de réalité dans la construction des cartes de la sur face terrestre, terres et mers, pour les époques anciennes lorsqu'on part pour ces constructions des seules varia tions dans les altitudes d'un nombre trop restreint de points des régions qu'on représente.

Une autre conséquence encore du déplacement d

pôle, celle sur laquelle nous avons le plus insisté, c'est la variation constante du climat d'un même lieu, climat dont la définition comprend comme élément essentiel la latitude du lieu, combinée avec d'autres éléments. Tous ces autres éléments persistant sensiblement les mêmes, si la latitude varie, le climat doit varier. Or est-il vrai que le climat d'un lieu soit variable? Est-il vrai que la région française, par exemple, et les régions voisines n'aient pas eu toujours le climat d'aujourd'hui? Nous le pensons, et nous avons appuyé notre opinion d'abord sur les faits que nous apprend l'histoire, pour la région française que nous prenons comme sujet d'observation, relativement à la culture de la vigne, principalement depuis l'invasion des Romains jusqu'à nos jours. Nous avons trouvé dans des relations écrites que la culture de la vigne, inconnue au commencement de notre ère, dans toute l'étendue des Gaules, excepté dans la Provence, a monté progressivement du côté nord jusque vers l'époque du moyen âge, où l'on a récolté le raisin et fait du vin non-seulement dans le nord de la France, mais même dans la Hollande, mais même en Angleterre; nous avons trouvé dans des documents écrits que depuis le moyen âge la ligne limite de la culture de la vigne s'est peu à peu approchée du midi. — Nous avons fait observer que la marche de cette culture est tout à fait d'accord avec ce que voudrait notre hypothèse du déplacement de l'axe. Car si l'on expliquait par cette hypothèse le fait si considérable de la précession des équinoxes, c'est vers 1250 que les calculs placeraient les conditions de latitude les plus favorables à un bon climat de nos régions; car, d'après la même hypothèse, il y aurait eu amélioration avant l'époque que nous venons

de dire. et depuis il aurait dû se faire une détérioration et un commencement de retour vers les rigueurs des climats anciens. Nous venons d'exposer que le commencement de retour est indiqué déjà par la marche rétrograde de la limite de la culture de la vigne; il est indiqué aussi par ceci. que dans des lieux où le raisin se récolte. certaines espèces ne mûrissent plus là où elles ont mûri. et que ailleurs aucune espèce n'arrive à maturité des altitudes où l'on cueillait, il y a peu de siècles, des raisins parfaitement mûrs; il est indiqué encore par la marche rétrograde de la culture de l'olivier, dont les limites se rapprochent aussi de l'équateur.

Que le climat de nos régions ait eu, avant le premier siècle de notre ère. des rigueurs encore plus marquées que celles qui sont décrites par les historiens romains, cela résulte de découvertes faites par les géologues et dont nous avons dit quelques-unes très-significatives. D'autres découvertes semblables ont été faites récemment qui ne permettent pas de douter que le renne, animal du climat des Lapons, habitait même le midi de la France, lorsque l'homme y était déjà soit pour le domestiquer, soit pour le chasser. Ce sont encore des andouillers évidemment travaillés par l'homme et trouvés avec des ossements humains dans des grottes de nos départements à climat chaud; c'est même un dessin d'un combat de deux rennes, très-clairement esquissé sur une feuille de schiste etc. etc. En présence de ces objets, que les auteurs des découvertes avaient exposés à l'examen des savants réunis à la Sorbonne, il ne pouvait venir à l'esprit de personne de ne pas admettre que réellement le renne a prospéré dans nos régions. Or les restes du renne ancien montrent qu'il avait tous les ca-

ractères de celui d'aujourd'hui. Donc il avait les mêmes mœurs, donc les mêmes conditions étaient nécessaires à sa vie, donc enfin la région française a eu à peu près le climat qui sévit aujourd'hui chez les Lapons.

Quelques-uns cependant veulent que le climat de notre région ait persisté et doive persister toujours le même et posent aussi en fait la persistance de la même température moyenne en chaque lieu. Les partisans de cette double opinion, qui n'en forme qu'une, à dire vrai, se fondent sans doute sur ce qu'ils n'ont pas remarqué de différences bien sensibles dans les moyennes d'un nombre d'années, qui après tout ne saurait être considérable. Les mêmes personnes cependant ne s'avisent pas de penser, lorsqu'il arrive un jour chaud dans le courant de janvier, que la chaleur persistera toute l'année; ni de penser, lorsqu'il arrive un jour froid en juin, qu'on sera condamné à grelotter perpétuellement. — Relativement à l'invariabilité du climat, l'opinion qui l'admet nous paraît en contradiction avec les faits de culture que nous avons cités, avec les découvertes géologiques dont nous avons parlé, avec l'histoire des formes animales et végétales successives dont les sols ont conservé les échantillons. — Quant à la constance de la température, on se fonde, pour l'admettre, sur des observations de moyennes. Or, dans ces calculs de moyennes, des différences qui naturellement seraient déjà assez petites eu égard au peu de temps depuis l'origine duquel on mesure assez exactement les éléments des températures, ces différences sont rendues insensibles par les procédés mêmes des calculs auxquels on demande les résultats. Si l'on avait la moyenne exacte de la température à Paris dans dix années d'un siècle du moyen âge.

peut-être trouverait-on que celle de dix années de notre époque actuelle diffère notablement de la première.

Au surplus, on admet assez généralement pour nos contrées, ce qui exclut l'idée de constance dans la température moyenne, on admet l'existence d'une période qu'on appelle *glaciaire*, parce qu'elle aurait couvert de glaciers, de neiges perpétuelles certains monts, les monts vosgiens par exemple, où toute trace de glace ou de neige perpétuelles a disparu aujourd'hui. Il est vrai que nous avons entendu un partisan de la période glaciaire émettre, à propos d'une question de botanique, l'opinion singulière que cette période était plus chaude que celle de notre époque : « De la chaleur, disait-on, est nécessaire pour produire les vapeurs qui vont se condenser en neige et en glace aux sommets des montagnes. » Il semblerait résulter de là que c'est dans les climats les plus chauds que devraient se trouver le plus abondamment au sommet des montagnes les couronnes glacées. En est-il ainsi? Nous croyons voir sur ces sujets de températures et de climats des contradictions indiquant que les croyances relatives aux états successifs de ces éléments sont régies par des opinions préconçues, et qu'on les admet ou on les rejette, suivant que l'exigent les besoins de la cause que l'on entreprend. Aussi nous concluons qu'il reste beaucoup à étudier encore pour établir sur des bases solides une réponse à la question qui a trait à la permanence ou à la variation des climats et des températures d'une région.

Mais ces études doivent, comme les mesures des latitudes, être prolongées pendant un assez grand nombre d'années, et pour les mêmes raisons. Les années se succèdent avec des climats qu'on n'oserait dire identiques

pour deux années consécutives quelconques; car dans un même lieu et dans deux années qui se suivent, les conditions ne sont jamais également favorables à une même nature végétale. Il arrive même souvent que, à la suite d'une récolte abondante de tel produit de culture, vient une récolte extrêmement maigre de ce même produit, ou bien c'est l'inverse qui a lieu, quoique la température moyenne n'ait pas changé d'une manière sensible. Il y a donc à examiner si dans une série assez prolongée la somme des accroissements d'une production qui demande un climat un peu chaud, par exemple, est plus ou moins considérable que la somme des diminutions de la même production. Il peut arriver que pendant une certaine période il y ait en apparence amélioration du climat, puis détérioration pendant une autre série d'années. Que conclure si l'on n'a pas comparé la somme des améliorations à celles des détériorations, pour arriver à savoir laquelle des deux surpasse l'autre? Si nous continuons de prendre la vigne pour exemple et dans un lieu situé à la limite de sa culture, nous avons cru et nous croyons encore pouvoir affirmer que dans une région de nous connue il y a en résumé décroissance dans la quantité de la production depuis une quarantaine d'années. Cependant la durée de cette période a eu des alternances de bonnes et de mauvaises récoltes. C'est d'ailleurs à des statistiques faites consciencieusement qu'il appartient de dire si nous sommes ou ne sommes pas dans la vérité.

Dans les *conclusions* par lesquelles nous avons terminé notre *Esquisse sur les variations de latitude et de climat*, nous avons formulé en particulier ceci : « Nous ne sommes pas éloigné de croire qu'on pourrait deman-

der à la réalité de la fusion centrale et à l'existence de tempêtes dans l'atmosphère souterraine l'explication d beaucoup de faits embarrassants de la météorologie. Il se produit en effet dans notre atmosphère des chan gements dont les causes d'en haut n'expliquent pas soudaineté d'une façon complétement satisfaisante. P exemple, comment s'expliquer par ces causes cette v riation dans laquelle à l'hiver qui sévissait encore 31 mars 1865, succédaient le lendemain, 1er avril, préludes d'un été de plusieures semaines? Comm s'expliquer, par les mêmes causes seules, les alternanc de froid glacial et de grande chaleur que nous venon de subir en juin 1866? Et on pourra se rappeler beaucoup de faits de même nature. Cependant c'est suivan une lente progression que changent les conditions de la terre par rapport au soleil. On invoque, il est vrai, les circonstances des espaces que traverse la terre dans se mouvements multiples au travers de la région du mond qu'elle parcourt. Nous avouons ne pas comprendre ce différences énormes des influences de milieux qui appartiennent en fin de compte à des immensités relativement vides de matière pondérable et où l'équilibre d température doit se faire très-rapidement.

Il est beaucoup d'autres faits météorologiques qu nous ne nous expliquons pas complétement par les seule influences astronomiques ou extra-atmosphériques : nou avons cité pour l'air les passages quelquefois subits d calme à l'ouragan ou de l'ouragan au calme, de la sécheresse extrême à l'humidité extrême, ou de l'humidi à la sécheresse. Or, parmi les observations qui semble dire que des causes souterraines, probablement électri ques, ne sont pas étrangères à la production de ce

phénomènes, il en est une que nous voulons citer. Nous avons remarqué, et nous ne sommes certainement pas seul à avoir fait cette remarque, que quelquefois, à l'approche d'un orage, lorsque l'atmosphère pèse lourdement sur une plaine, sans que le moindre souffle semble agiter l'air ambiant, il se forme çà et là, partant du sol, des tourbillons coniques manifestés à la vue par le tournoiement de la poussière et de brins de paille qui sont enlevés à des hauteurs souvent assez grandes. Ces genres de faits s'expliquent-ils complétement par la seule électricité atmosphérique? Nous nous contentons de poser la question.

Terminons. Dans tous ces grands problèmes des températures, des climats, et dans d'autres d'égale généralité, on oublie trop souvent, ce nous semble, que des durées qui peuvent paraître considérables relativement à celle de la vie humaine, ne sont que des instants dans la vie de la terre; on oublie trop souvent que les années et même les siècles sont les jours des saisons de notre planète, de même que les durées de vingt-quatre heures sont les jours de nos saisons. Ainsi, on voudrait conclure l'histoire complète de notre planète, à toutes les époques écoulées, d'observations qu'on a *vues* ou qui ne remontent qu'à une ou à deux des générations passées. C'est comme si on étendait à un jour, à une saison, à une année, à un siècle les circonstances atmosphériques observées pendant une minute, un jour, une semaine, une année. Les grandes questions que soulève l'histoire de la terre, ne seront résolues d'une manière complète et définitive que lorsque la période réellement historique comptera un nombre de siècles beaucoup plus grand, pendant lesquels des

observations véritablement scientifiques auront été recueillies et attestées par des hommes compétents et consciencieux. Quant à présent et jusque-là on est réduit à risquer des conjectures plus ou moins rationnelles, plus ou moins probables. Ce qu'il y a de plus sage et de plus utile, c'est d'étudier soigneusement les faits et leurs circonstances, c'est d'en rassembler le plus grand nombre possible, pour donner la base la plus large aux conséquences que saura tirer l'avenir.

Colmar, 12 juillet 1866.

ÉTUDE

SUR LE VÉSUVE

(SON HISTOIRE JUSQU'A NOS JOURS)

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

A. Fosse della Vet
B. F. di Faraone
C. F. Grande.
D. Punta del Pal
E. P. del 1850.
J. P. del Nasone
F. M. de Canteron
G. Observatoire
H. Atrio del Ca
la Cercola
Ponticelli
Massa
Route de Naples
Barra
S.Giorgio a Cremano
Pietrarsa
Portici
Granatello
Herculanum
Résin
1834
1850
Scala
Torre del Gre
Scavi di Pompei
CARTE
topographique
DU VESUVE
ET DE SES ENVIRONS,
avec l'indication
des courants laviques
des principales éruptions.
(Extraite d'un ouvrage
sur le volcan Napolitain,
par M. M. G. GUARINI,
L. PALMIERI et A. SACCHI.)
Histoire du Vésuve
par J. BOURLOT.
Lith. F. Oroskost Succr de Baltzer. Strasbourg

PRÉFACE.

Nous intervertissons *forcément* l'ordre que nous avons indiqué pour la publication de nos études intitulées : *Réactions de la haute température et des mouvements de la mer ignée interne sur la croûte extérieure du globe.* D'après notre programme, en effet, nous devrions publier l'*Étude sur les tremblements de terre* et non l'*Histoire du Vésuve.* Mais un travail sur les tremblements de terre en général, pour n'être pas trop défectueux, demande la lecture attentive et l'analyse de renseignements nombreux. Or s'il est facile de se les procurer à ceux qui ont les ressources des riches bibliothèques de Paris, il n'en est pas de même pour ceux qui sont attachés à une ville de province. Donc, nous ne publions pas encore notre travail sur les tremblements de terre, parce que auparavant nous voulons avoir lu, étudié et analysé des historiens de ces sortes d'événements dont, jusqu'à présent, nous n'avons pu encore nous procurer les œuvres. Malgré les difficultés, le bon vouloir, la patience et la persistance aidant, nous arriverons à nos fins : nous l'espérons du moins.

Avant d'entrer en matière, nous croyons devoir confesser que jamais nous n'avons visité le Vésuve; jamais

nous n'avons vu le théâtre des grandes scènes naturelles dont nous allons faire les récits. Cependant nous nous sommes facilement déterminé à *oser* entreprendre l'histoire du volcan napolitain, sur la foi des autorités choisies qui nous ont renseigné. Nous sommes dans le même cas que la plupart des historiens *proprement dits:* quel est celui qui se borne aux faits dont il a été témoin, qui se borne aux faits dont le théâtre lui est connu? Nous avouerons, et on nous croira sans peine, que si nous n'avons pas *vu* le mont dont nous racontons les *prouesses*, ce n'est pas que nous n'en ayons eu et que nous n'en ayons encore le plus vif désir. Mais si jusqu'à présent des circonstances diverses, indépendantes de notre vouloir, ne nous ont pas permis d'aller *voir*, nous espérons être plus heureux dans l'avenir. Alors, quand nous traiterons des volcans en général, nous dirons, sur le Vésuve, nos impressions, nos observations personnelles; alors aussi nous compléterons l'histoire d'aujourd'hui par l'addition des *découvertes* qu'auront amenées les recherches que nous continuons; alors encore nous ajouterons, en vue d'une théorie explicative, des faits d'une certaine valeur scientifique, que nous croyons devoir réserver pour ne pas faire trop longue l'histoire d'un seul volcan.

Colmar, le 2 janvier 1867.

BOURLOT.

HISTOIRE
DU VÉSUVE.

Notice sur les environs du Vésuve et description sommaire du volcan.

De tous les volcans le mont Vésuve est sans contredit celui qui, à raison de sa proximité, nous offre le plus d'intérêt. D'ailleurs c'est un de ceux dont les phénomènes ont été le mieux étudiés, sur lequel on a les observations les plus suivies, depuis déjà un assez grand nombre de siècles. Situé entre les Apennins et le golfe de Naples qui baigne pour ainsi dire son pied, il n'est éloigné de la ville napolitaine, et sensiblement à l'est, que de 8 milles d'Italie ou de 15 kilomètres environ. Sa position est fixée en coordonnées géographiques par une longitude de 12° et quelques minutes à l'est du méridien de Paris et une latitude boréale qui diffère très-peu de 41°.

Le Vésuve est l'un des accidents volcaniques d'un pays qu'on peut regarder comme une vaste plaine, appelée la *Campanie* ou bien encore la *Terre-de-Labour*, la *Terre-Heureuse*. Ces dernières dénominations semblent indiquer un pays privilégié par la nature, et en effet nulle part peut-être, sur toute la surface du globe terrestre, on ne rencontrerait des lieux plus favorisés que les campagnes qui avoisinent le mont Vésuve. Polybe de Méga-

lopolis, en Morée, en faisait, 150 ans avant l'ère chrétienne, une description enthousiaste, qu'il termine par cette idée : « Il est vraisemblable que les Dieux se sont disputés à qui d'entre eux doterait ces lieux de plus d'agréments et d'avantages. »

C'est qu'il est vrai de dire que l'ensemble forme un paysage délicieux, où l'on respire l'air le plus pur et le plus salubre; c'est que la terre y est couverte d'arbres fruitiers de toutes sortes, dont les produits le disputent, pour la saveur et le parfum, à ceux des régions tropicales les plus favorisées. On y récolte des olives, des grenades, des oranges, des citrons, que le commerce et la consommation recherchent et apprécient. Puis, sans parler des céréales, du riz et des productions de même genre, rentrant moins dans le domaine du luxe et constituant au pays une richesse réelle, qui ne sait que beaucoup de coteaux des environs donnent des vins que les poëtes ont jugés dignes de leurs chants? D'ailleurs les délices de Capoue en particulier n'ont-elles pas été rendues célèbres par l'histoire du carthaginois Annibal? Puis encore qui ne connaît ce dicton du Napolitain, en apparence emphatique : *Vedi Napoli e poi muori!* Quand on a vu Naples, on peut mourir! C'est que Naples n'est pas seulement une ville remarquable par les beautés artistiques de ses monuments et par les curiosités qu'elle réunit; c'est encore, c'est surtout le centre d'une région où sont distribuées avec profusion toutes les beautés naturelles, gracieuses ou grandioses; où se cultivent et se récoltent tous les fruits de la terre qui rendent la vie matérielle facile et agréable, sous un ciel toujours bleu.

Ce qui dit bien haut et incontestablement la beauté et la bonté des plaines de la Campanie, c'est que, depuis

les temps historiques les plus reculés, la possession de ce pays a excité la convoitise des peuples conquérants.

Les *Opici* et les *Ausones* qui s'en étaient emparés, en ont été chassés par les *Osci*, qui à leur tour ont dû céder la place aux *Cymæi*, venus de l'Eolie, douze siècles avant notre ère. Les Cymæi, après avoir fondé douze villes et donné Capoue pour capitale à leurs possessions, ont dû se soumettre aux *Samnites*, et ceux-ci ont été asservis ou absorbés par les Romains.

On comprendra cette convoitise si l'on considère que le sol et le climat donnent, pour ainsi dire d'eux-mêmes, le luxe signalé de produits végétaux de toutes sortes. Car ce n'est pas comme dans la plupart des autres pays cultivés, où la terre ne récompense que le travail du cultivateur et la sueur dont il arrose ses champs. Ceci explique, en partie, s'il ne la justifie, la disposition proverbiale au *far niente*, qui caractérise le peuple napolitain, cette insouciance et cette paresse à laquelle il se livre avec tant de délices.

Si la pureté du ciel et l'excellence du climat doivent être comptés comme entrant pour une bonne part dans la cause complexe de la fécondité du sol campanien et de la qualité exceptionnelle de ses produits, ne peut-on pas admettre que la volcanicité de la région est aussi pour une part dans cette cause générale? On a pu constater en effet, par l'observation, que les produits des volcans, cendres et laves, mélangés à l'humus ou à la terre végétale, lui donnent, au moins après un certain temps, une grande force de production. Puis, n'est-il pas possible que la cause souterraine des faits volcaniques, qui est essentiellement une source de chaleur,

agisse par sa température propre, d'une façon efficace, sur les terrains qui portent les végétaux?

Quoi qu'il en soit, les faits vésuviens ne sont pas les seules manifestations de la volcanicité dans la Campanie. Partout les terres arables présentent, même souvent à leur surface, une composition qui indique la présence de déjections volcaniques; partout le sous-sol montre, soit par la composition de ses roches, soit par des disséminations de matériaux d'origine éruptive, soit par les dispositions des couches solides ou meubles, que ces lieux ont été fréquemment travaillés par des bouleversements dus à la cause interne. Citons quelques-unes des accidentations qui attestent plus manifestement encore des actions plutoniques plus ou moins anciennes: c'est le lac *Averne*, dont les eaux n'émettent plus cependant, comme au temps de Virgile, les vapeurs empoisonnées dont parle le poëte; c'est la *Solfatare*, autrefois *Phlægra* ou *Forum vulcani*, volcan aujourd'hui éteint ou au repos; c'est le lac d'*Agnano*, bouillonnant à froid par les gaz qui s'échappent de ses eaux; c'est le *Fusaro*, l'*Achéron* des poëtes, qu'on peut aujourd'hui traverser et retraverser impunément, depuis que *Caron* n'y est plus passeur; c'est *Baïa* ou *Baies*, dont le sol est aride et brûlé, le mont *Pausilippe*, la *Grotte de Pouzzole*, le *Monte-Nuovo*, dont nous parlerons etc. etc., tous lieux où la volcanicité ancienne ou moderne est d'une évidence qui frappe les yeux les moins exercés. Et d'ailleurs la fréquence des tremblements de terre, qui non-seulement bouleversent la Campanie, mais agitent et renversent les villes au nord de cette région, fracassent les montagnes et bouleversent les plaines des Calabres au sud, disent assez que les forces souterraines ont leur siége

permanent sous une surface considérable de ces contrées. Il est admis en effet que l'Italie méridionale et la Sicile font partie d'un ensemble ou d'un sytème volcanique qui s'étend de l'Archipel grec à Lisbonne et au delà.

Au-dessus donc des plaines fortunées de la Campanie s'élève le mont Vésuve, montagne à trois têtes ou à trois sommets, dont la base a un développement de 45 kilomètres à peu près de circonférence. L'un des sommets, le moins éloigné de Naples, est le cône vésuvien proprement dit; au nord-est de celui-ci est le deuxième sommet, appelé *Somma*, et à l'est, caché pour Naples par le premier, s'élève le troisième sommet appelé *Ottajano*. La Somma et l'Ottajano doivent leurs noms à ceux de petites villes qui sont sur les pentes opposées au cône éruptif, au Vésuve proprement dit. Ces trois sommets ont-ils appartenu à une montagne unique, travaillée et divisée par les éruptions? L'opinion la plus probable est celle qui admet l'affirmative comme réponse à cette question. Quoi qu'il en soit, le sommet éruptif est actuellement séparé des monts Somma et Ottajano par un sillon à peu près demi-circulaire, qu'on appelle le *Vallon* ou l'*Atrio del Cavallo*. Du reste, ce commencement de description de la figure de la montagne, en haut, sera complété par la carte topographique qui accompagne le texte, ainsi que par les détails dans lesquels nous entrerons.

A l'imitation de Della Torre, historien ancien du Vésuve, nous allons commencer par l'indication des chemins que l'on suit d'habitude, lorsque, de Naples, on veut faire l'ascension du volcan. Ces chemins, aujourd'hui les mêmes sensiblement que ceux entre lesquels ont eu à choisir dans le passé les touristes et les visiteurs, ont

sans doute été modifiés par des accidentations qu'ont produites les éruptions; mais ces changements n'ont porté que sur des fractions minimes de la longueur à parcourir, et sont des détails ici presque sans valeur. Les chemins sont au nombre de trois.

Pour qui part de Naples, le chemin le plus commode est celui de Saint-Sébastien, village situé à 5 milles de Naples, où l'on arrive très-facilement. De là, après un trajet d'un peu plus de 2 milles, on est à l'Hermitage-du-Sauveur ou de Saint-Janvier; puis, en un quart d'heure de marche, on est au Vallon, dont nous avons déjà parlé. Jusqu'ici, à quelques laves près, résultant des éruptions passées, le terrain et ses accidentations ressemblent au terrain et aux accidentations de la plupart des montagnes, et l'on a rencontré une végétation naturellement variable de la base à la hauteur où l'on est arrivé, mais la végétation existe. Au Vallon, ce n'est plus qu'un sol brûlé, soit par les laves, soit par la fumée du volcan que les vents y font tournoyer. De rares touffes d'une herbe malade se voient çà et là sur les pentes abruptes de la Somma et d'Ottajano, qui le bordent d'un côté; mais c'est en vain qu'on chercherait un végétal sur la déclivité du volcan qui limite le Vallon d'autre part. Ici, les parois latérales de l'enceinte demi-circulaire apparaissent comme des roches fuligineuses et même presque noires, qui jettent leurs teintes sombres sur tout le Vallon. Du Vallon on peut arriver au sommet de l'ourlet qui borde le cratère, lorsque toutefois le volcan n'est pas en convulsion; mais cette portion du parcours est toujours très-pénible et souvent dangereuse.

Par un deuxième chemin que suivent souvent les vi-

siteurs, on va d'abord de Naples à Résina, en suivant une grande route qui longe le golfe. On monte ensuite à Notre-Dame-de-Pugliano et l'on est à 5 milles de Naples, puis, à 3 milles plus loin, on arrive à l'Hermitage-du-Sauveur. D'ici, au lieu de s'engager dans le Vallon, on prend, du côté opposé, une espèce de plate-forme, qui ne paraît telle toutefois que par comparaison avec la pente qui précède et celle qui suit; cette plate-forme a été nommée le *Piane* et continue l'*Atrio del Cavallo*. A partir du Piane, de même qu'à partir de l'Atrio, l'ascension devient très-pénible; car on est obligé de grimper par un chemin de pierres, de sables et de cendres, pour arriver au sommet du Vésuve.

Un troisième chemin, aussi fréquenté, passe du côté d'Ottajano. On va d'abord toujours le long du golfe jusqu'à la Tour-du-Grec (*Torre del Greco*); on tourne la montagne, en laissant à gauche la colline des Camaldules; puis d'Ottajano on monte à l'Atrio del Cavallo. D'ici, comme par les chemins précédemment indiqués, on grimpe péniblement au sommet du volcan. Ce dernier chemin, beaucoup plus long et plus pénible que les deux autres, a été rendu souvent impraticable, barré par les laves; mais il offre des points de vue très-variés et tout différents de ceux qu'on a de chacun des deux autres chemins.

L'aspect de la montagne change avec le lieu d'où on l'examine; il en est ainsi à mesure qu'on s'éloigne de Naples, dans la direction de *Bosco-tre-Case* par exemple. D'abord, de Naples, le volcan cache Ottajano et l'on voit le mont Somma se détacher à gauche. Lorsqu'on a dépassé un peu la Tour-du-Grec, la Somma et Ottajano sont masqués par le Vésuve, et le mont semble

n'avoir qu'un seul sommet. Puis, à mesure qu'on approche de Bosco-tre-Case, on voit Ottajano se détacher vers la droite. De la ville d'Acerra, de Nole ou de la terre d'Ottajano, on n'aperçoit que les monts Somma et Ottajano, qui semblent ne former qu'une seule masse dont le Vésuve est masqué. On aperçoit presque toujours une colonne de fumée, qui couronne le sommet et qui, pour les lieux qui viennent d'être cités, semble s'élancer des monts Somma et Ottajano.

L'ascension au Vésuve se fait d'abord par une pente très-douce, jusqu'à la moitié à peu près de la distance de la base au Piane ou à l'Atrio del Cavallo; puis, jusqu'à l'une de ces dernières stations, la pente est plus rapide et plus accidentée de roches; mais encore le chemin est très-praticable et n'est qu'exceptionnellement embarrassé de difficultés réelles. Enfin, ou du sol du Piane, ou de celui de l'Atrio del Cavallo, la pente est excessivement raide et le sol caillouteux, ou de gravier, ou de cendres sur lequel on marche, n'offrant pas de points bien fixes à l'appui des pieds, l'ascension devient dès lors très-pénible et quelquefois dangereuse.

Voici, d'après Della-Torre, quelques mesures de dimensions qu'on lira peut-être avec intérêt. Le périmètre du mont à triple tête, mesuré à sa base ou à sa rencontre avec le sol de la plaine, serait de 24 milles d'Italie, c'est-à-dire de près de 45 kilometres. Le Vallon et l'Atrio del Cavallo, formant ensemble une espèce de plate-forme qui entoure le volcan proprement dit, ont un développement en longueur de 36,856 pieds (11 kilomètres à peu près) et ce développement est la circonférence du Vésuve à sa base, prise au niveau du Piane et de l'Atrio, dont chacun a sensiblement la moitié de ce

contour. Le plancher de l'Atrio, qui est une couronne demi-circulaire, ainsi que la plate-forme du Piane, ont une largeur moyenne de 2220 pieds, environ 720 mètres. La longueur de la déclivité, du niveau de la plate-forme au sommet, est de 2130 pieds, ou 690 mètres. Ajoutons que la hauteur verticale du point le plus élevé au-dessus du niveau de la mer est de 1198 mètres, ou très-peu moins de 1200 mètres.

Par quelque chemin qu'on fasse l'ascension du Vésuve, on rencontre d'abord une riche végétation, et là, comme partout ailleurs, la flore se modifie à mesure qu'on s'élève, mais le sol du Piane et celui de l'Atrio sont tout à fait stériles. Suivant Della Torre, ou plutôt d'après la tradition sur laquelle il s'appuie, ces deux dernières plates-formes auraient été jusqu'en 1631 assez couvertes d'herbe pour servir de pâturage, et même, d'après cet observateur, c'est à cette circonstance que serait dû le nom d'Atrio del Cavallo, donné par les anciens à ces lieux de halte, les visiteurs devant, pour continuer leur ascension, laisser là leurs chevaux devenus impossibles. Il est inutile de rappeler que les flancs du Vésuve proprement dits sont d'une stérilité absolue, de la plate-forme au sommet. Ils sont d'ailleurs couverts de pierres, de sable, de cendres, et on y aperçoit de nombreuses déchirures, par lesquelles la lave s'est écoulée, comme nous aurons occasion de le redire.

Lorsqu'on a atteint le sommet de la déclivité, au lieu de rencontrer un terrain plat, une sorte de plateau, comme à la partie supérieure des autres montagnes, on se trouve sur une espèce d'ourlet, ou plutôt sur le rebord d'une vaste *chaudière*, *la Calderona*. Ce rebord a une circonférence de 5624 pieds ou 1828 mètres, et sa

largeur de 3, 4, 5 et même 6 palmes, c'est-à-dire de $0^m,83$ à $1^m,65$, permet de le parcourir assez facilement. Toutefois il n'a pas partout une hauteur uniforme et des éruptions en ont même renversé et détruit certaines portions. C'est du côté de Résina que l'ourlet ou la margelle a la moindre hauteur. En somme, il limite un gouffre, un vaste amphithéâtre, dont la profondeur variable surpasse généralement 100 pieds ou 33 mètres, lorsqu'on la prend des sommets où l'ourlet a été conservé. Les parois intérieures de cette cavité sont presque verticales, mais cependant on peut descendre au fond du gouffre, parce que des rochers s'avancent par ci par là, en dedans de la paroi interne. L'entreprise, toutefois, n'est pas sans offrir des dangers sérieux, et son succès exige que l'on porte une grande attention et que l'on prenne de sévères précautions.

Le sommet de la montagne a dû nécessairement varier beaucoup dans sa forme, et la tradition écrite constate qu'en effet il en a été ainsi. Du temps de Strabon, et à plus forte raison, paraît-il, dans les temps antérieurs, tout le mont était couvert d'herbes et d'arbrisseaux; le sommet seul était presque stérile. Alors le gouffre ou cratère n'existait pas; c'était un petit plateau sensiblement au niveau du rebord actuel dans les points culminants de celui-ci, où l'on rencontrait des cavernes dans lesquelles débouchaient des conduits venant de l'intérieur de la montagne, et, comme le dit Strabon, des rochers calcinés par le feu. Plutarque nous apprend que, dans les parties *non brûlées*, il croissait beaucoup de vignes sauvages. C'est seulement plus tard que la partie centrale du plateau a été abîmée sous les convulsions du volcan, et que le sommet a pris peu à peu la

forme d'une vaste et horrible chaudière, limitée par la margelle dont nous avons parlé : c'est cette chaudière, la *calderona*, qu'on appelle *cratère d'éruption*.

Donc la profondeur du cratère a dû varier considérablement : quelquefois de 150 pieds ou 48 mètres, elle a diminué, le cratère se remplissant en partie des matériaux venus de l'intérieur du mont ; puis elle a de nouveau augmenté, soit qu'il y ait eu absorption de ces matériaux, soit qu'ils aient été, au contraire, projetés au dehors, comme il est arrivé dans les éruptions violentes. L'histoire des éruptions ou des incendies, comme disent les Italiens, nous fournira des occasions de revenir sur ces détails, ainsi que sur les états différents du fond du cratère, dont nous allons cependant dire quelques mots. — D'abord c'est toujours un plancher raboteux couvert d'écumes volcaniques, de pierres, de cendres et des divers produits du volcan. Quelquefois, sauf les rugosités, de dimensions insignifiantes relativement à l'étendue de la cavité, le plancher a été horizontal, présentant par ci par là les orifices béants de gouffres profonds, qui vomissaient de la fumée et laissaient cependant apercevoir, à de grandes profondeurs, des matières incandescentes et en ébullition, comparables pour l'aspect à de la fonte ou à du cristal en fusion. A d'autres époques, les matières lancées par les gouffres, retombant autour de ceux-ci, ont formé dans le cratère une ou plusieurs petites montagnes coniques percées suivant leurs axes. Le plus ordinairement cependant il n'y a qu'un cône de déjections, qui s'accroît à mesure que les éruptions se continuent, apparaît au-dessus de l'ourlet, finit même par remplir le cratère, et alors ses pentes continuent celles du rebord. Puis il arrive qu'une forte convulsion

détruit la montagne adventive et rétablit les choses dans un état qui ressemble plus ou moins à l'un des états précédents. Ces diverses alternatives se sont produites bien des fois depuis que l'histoire a enregistré les faits relatifs au volcan : nous aurons à les signaler en donnant les détails des éruptions successives.

Chronique du Vésuve jusqu'à l'an 79 de notre ère.

Chacun sait que le Vésuve est le théâtre de phénomènes très-irrégulièrement périodiques et souvent terribles que l'on appelle *éruptions volcaniques ;* mais à quelle époque remonte la première éruption ? C'est ce que personne ne saurait dire. Toutefois, bien que l'histoire ne donne pas de date qui remonte beaucoup plus haut que l'origine de l'ère chrétienne, on peut affirmer que le Vésuve a été ignivome bien des siècles avant l'époque où des monuments écrits le signalent à l'attention. La description des lieux, faite par les auteurs les plus anciens qui en ont parlé, nous le dit assez, et l'état ainsi que la composition du sol et du sous-sol nous le dit plus haut encore. Il est donc présumable que longtemps avant l'époque historique, même avant l'apparition de l'homme sur la terre, le Vésuve a lancé déjà dans les airs ses immenses artifices. Cependant, si nous lisons l'histoire, elle ne nous dit pas que, depuis l'époque de la première colonisation de l'Italie méridionale par les Grecs, le Vésuve ait donné des signes violents de son caractère volcanique. Bien plus, Pline le naturaliste ne fait pas figurer ce mont parmi ceux des volcans actifs dont il donne le catalogue. Est-ce que, à la suite

d'une période plus ou moins longue, plus ou moins violente, ou même d'une série de périodes actives, le Vésuve aurait passé par un temps de repos et de calme? Ou bien, est-ce que l'histoire de ces temps reculés aurait négligé d'enregistrer des faits auxquels elle n'attachait pas l'importance que nous y attachons? Quoi qu'il en soit, voici ce que nous trouvons dans les relations écrites.

Lucrèce, qui écrivait 65 ans avant Jésus-Christ, donne le Vésuve comme un exemple de lieux *avernes*, c'est-à-dire de lieux au-dessus desquels les oiseaux ne peuvent passer sans périr asphyxiés. Ainsi, du temps de Lucrèce et antérieurement, les cavernes et les fissures de la montagne lançaient ou au moins laissaient s'échapper dans l'atmosphère des gaz méphitiques, capables d'asphyxier les animaux qui les respiraient.

Diodore, de Sicile, contemporain de César et d'Auguste, écrivait, 25 ans avant la naissance de Jésus-Christ, les voyages d'Hercule et ses combats avec les géants dans les champs phlégréens; il dépeignait dans son œuvre le mont Vésuve comme une éminence semblable à l'Etna de la Sicile, qui, après avoir vomi des flammes en abondance, aurait conservé des traces de son antique embrasement. Cet auteur donne le nom de *champs phlégréens*, *champs travaillés par le feu*, à tout l'espace compris entre *Cumes* et *Neapolis*, tandis que Polybe avait appliqué la dénomination à l'espace plus vaste encore compris de *Capoue* à *Nola*.

Strabon, géographe célèbre du temps d'Auguste et de Tibère, mourut sous ce dernier empereur à l'âge de 90 ans, 99 ans après que Spartacus s'était retranché sur le Vésuve. Ses écrits, qui datent de 17 ans avant Jésus-

Christ, ne mentionnent pas qu'il ait eu connaissance d'éruptions antérieures. Il parle des eaux minérales chaudes des environs de Naples comme d'indices de l'existence de feux souterrains. Puis, plus loin, à propos d'Herculanum et de Pompéi : « Ces lieux, dit-il, sont dominés par le Vésuve, qui a pour ceinture les champs les plus fertiles. Mais le sommet du mont, qui est un plateau à peu près uni, est complétement stérile et a l'aspect d'un monceau de cendres. Au milieu de rochers de couleurs sombres, qui paraissent avoir été travaillés et teints par le feu, on aperçoit des cavernes à parois lézardées, de couleurs fuligineuses et des crevasses béantes qui présentent le même aspect désolé. On serait tenté de croire que ces lieux ont brûlé jadis et qu'ils renfermaient des cratères enflammés, où l'incendie s'est éteint, faute d'aliment. » La description de Strabon ne mentionne pas de cône de cendres percé suivant son axe, ni la dépression en forme de cratère, dont les remparts cependant auraient pu servir de défense à Spartacus et à ses gladiateurs.

Strabon a aussi décrit comme *volcanique* la contrée voisine de Puteoli (Dicæarchie), où est située la grande *Solfatare* appelée *Ἡφαίστου ἀγορά* : c'est à cette contrée qu'on a fini par limiter la dénomination de *φλεγραῖα πεδία*.

Marc-Vitruve Pollion, savant architecte, intendant des machines de guerre sous Jules César, donnait, 15 ans avant Jésus-Christ, son remarquable traité d'architecture, qu'il dédia plus tard à César-Auguste. Nous ne pouvons résister à la tentation de donner la traduction, un peu libre toutefois, du passage que l'on y trouve sur le Vésuve et surtout sur la composition du sol des en-

virons : c'est dans le liv. II, chap. VI de l'ouvrage cité. « Dans le pays de Baïa et dans les champs des Municipes qui avoisinent le Vésuve, on trouve, dit-il, une espèce de poussière ou de terre qui donne naturellement lieu à des effets admirables. Qu'on mêle cette substance avec de la chaux et du gravier, on obtient un mortier qui non-seulement fait très-solides les édifices ordinaires, mais encore forme des massifs qui, sous les eaux douces et même sous les eaux salées, se durcissent. Il est présumable qu'il en est ainsi parce que sous la montagne et dans le sol de ces lieux se trouvent des sources ardentes, qui n'y existeraient pas sans la présence de masses enflammées de soufre, d'alumine ou de bitume. En conséquence, le feu et les vapeurs enflammées, consumant une partie de la matière du sol, rendent la terre légère, et il se produit un *tuf* poreux et privé d'eau. Aussi, lorsque les trois éléments, tuf, chaux et graviers, après avoir été travaillés de la même manière par l'action du feu, sont mélangés et mis en présence de l'eau, ils se prennent en une masse cohérente, que n'attaquent ni la puissance mécanique des flots ni le pouvoir dissolvant de l'eau. » Ajoutons que Vitruve n'exagère pas la solidité des masses produites par le ciment dont il décrit la composition. Pouzzole, Baïa, Naples et leurs environs offrent de nombreux échantillons de vieux murs ainsi construits, où des briques sont jointes par cette espèce de ciment et font corps avec lui depuis des siècles, sans que l'action des vagues sur les murs submergés ni le travail du frottement aient réussi à diviser ces masses. On emploie même comme pierres de construction des pièces d'anciens murs que l'on coupe en parallélipipèdes.

L'existence d'incendies souterrains dans ces lieux, *dit* encore Vitruve, est démontrée par les excavations *qu'y* ont produites des exhalaisons qui, par leur température élevée, ont perforé le sol de bas en haut et se sont fait jour au dehors. En effet, la tradition enseigne que les ardeurs autrefois plus fortes des foyers sous-vésuviens ont fait vomir au volcan des matériaux enflammés sur les champs environnants. D'ailleurs, dit-il en outre, ce n'est qu'aux environs de l'Etna que l'on rencontre des substances qui jouissent des mêmes propriétés, et que les terrains offrent les mêmes caractères.

Nous aurions pu extraire des auteurs anciens beaucoup d'autres citations; mais elles ne seraient pour la plupart que des répétitions et n'apprendraient rien qui ne se trouve dans les précédentes. Celles-ci suffisent d'ailleurs pour ne laisser aucun doute sur ce fait que, longtemps avant l'ère chrétienne, le mont Vésuve doit avoir eu de ces éruptions qui, bien des fois depuis, ont jeté l'épouvante dans ses environs. Mais nulle part, comme nous l'avons dit, on ne trouve le récit ni la date d'aucun de ces faits.

N'est-il pas remarquable que les écrivains qui parlent du Vésuve au commencement de notre ère, en disent ce que nous disons nous-mêmes aujourd'hui des volcans naturellement éteints de l'Auvergne et du Vivarais? Si le Vésuve s'est éteint, puis rallumé après une longue période de calme, oserait-on affirmer que nos volcans sont morts et ne sont pas seulement assoupis? Est-il irrationnel de craindre qu'ils ne puissent un jour reprendre l'activité ancienne dont leurs pentes montrent des témoignages incontestables? Mais laissons de côté les conjectures pour passer au récit des événe-

ments décrits et bien constatés, pour le volcan napolitain.

La première relation et la première date d'un fait défini, nous les devons à Sénèque, qui vécut sous Claude Néron, et raconte ainsi un tremblement de terre qui secoua les environs du Vésuve, l'an 63 de Jésus-Christ : « Nous avons appris, écrit-il à Lucilius, que la ville de Pompéi (Pompeios) a été renversée et engloutie par un tremblement de terre, et que quelques régions limitrophes ont souffert par cet événement. Le fait a eu lieu dans la saison d'hiver, c'est-à-dire, à une époque de l'année où nos ancêtres se croyaient à l'abri d'une semblable catastrophe. C'est aux nones de février, sous le consulat de Régulus et de Virginius, qu'eut lieu ce mouvement du sol, qui a ravagé toute la Campanie jusqu'alors exemptée d'un semblable fléau, quoiqu'elle en fût toujours menacée. Une partie d'Herculanum a été ruinée, et ce qui en reste, conserve peu de solidité. La colonie de Nocera aussi n'a pas été sans souffrir quelques dommages, et à Naples même beaucoup de maisons particulières ont été renversées ; mais dans cette dernière ville aucun monument public n'a succombé. Quant aux villas éparses dans les environs, elles ont tremblé, mais ont résisté. »

Dans le récit de Sénèque, on vient de le voir, rien ne dit qu'il y ait eu alors une éruption proprement dite du Vésuve ; mais on y voit clairement que les tremblements du sol sont des faits dont la Campanie avait été souvent le théâtre, sans avoir eu jusqu'alors à en souffrir de grands dommages. Peut-être ce tremblement de l'an 63 n'était-il qu'un des avant-coureurs de la fameuse éruption de l'an 79, où Pline l'ancien trouva la mort, et

dont nous tirerons le récit de deux lettres que Pline-le-Jeune, son neveu, adresse à Tacite.

Avant d'entrer dans les détails historiques relatifs à chaque éruption, jetons un coup d'œil général sur la chronologie des faits les plus remarquables du Vésuve. De ce coup d'œil, histoire abrégée du Vésuve depuis l'origine de notre ère, nous pourrons tirer occasion de faire quelques observations qui ne sont pas sans importance, puisqu'elles concerneront les durées des repos du volcan et les fréquences de ses éruptions dans les divers siècles de notre ère.

La première éruption enregistrée par l'histoire est donc celle de l'an 79, et, nous le verrons, c'est par une terrible catastrophe que s'est annoncé le réveil du volcan. Après 124 ans de repos, arrive l'éruption assez terrible de l'an 203, et peut-être y a-t-il eu dans l'intervalle, en 110, une petite éruption dont parlent Dion Cassius, Galenus, Eutrope etc. sans donner de détails. Le volcan reste calme pendant 269 ans, de 203 à 472, et à cette dernière date il se fait un nouvel incendie presque inoffensif, quoi qu'en dise le récit exagéré de Sigonius. Mais 40 ans plus tard, en 512, une éruption désastreuse semble nécessiter pour le volcan un repos de 173 années, qui encore n'est terminé que par l'éruption peu terrible de 685. Ensuite il y a un long repos de 308 ans, et ce n'est qu'en 993 qu'une sixième catastrophe porte l'épouvante jusqu'à Rome. Puis, en 1036 en 1049, en 1138 et 1139, des éruptions médiocres viennent rappeler que les feux souterrains ne s'éteignent pas. Suivent un repos de 167 ans, terminé par l'éruption de 1306; un nouveau repos de 194 ans, auquel met fin l'éruption de 1500; un troisième repos de

131 ans, dont le réveil est la très-violente et très-désastreuse éruption de 1631. A la suite de cette dernière date, les périodes de calme n'ont des durées que d'un petit nombre d'années ou de mois, et les éruptions, surtout depuis un siècle, se succèdent, sans qu'il y ait presque d'interruptions. Les détails seront donnés dans l'historique des faits : ici, pour l'objet que nous nous y proposons, ils seraient complétement inutiles. Nous voulions seulement arriver à faire observer ceci, c'est que les durées des temps de calme sont devenues de plus en plus courtes depuis l'origine de notre ère ; c'est que, conséquemment, le nombre des éruptions, dans les deux derniers siècles, est de beaucoup plus considérable que celui des dix-sept qui ont précédé. Que conclure de cette observation ? Est-ce que le Vésuve croîtrait en activité et tendrait à devenir une montagne continuellement ignivome ? Ou bien faut-il admettre que l'histoire aurait omis de consigner dans ses annales des phénomènes d'éruption qui auraient eu lieu pendant quelques-uns au moins de ces longs intervalles de repos que nous avons signalés à l'attention ? Nous ne nous permettrons pas d'opter entre ces deux explications également admissibles.

Ces généralités étant exposées, nous allons entrer dans quelques détails de description sur les éruptions les plus remarquables par leurs effets désastreux : nous nous contenterons, pour les autres, de signaler ce que nous trouverons, par rapport aux premières, de différences dignes d'être notées.

Première éruption

OU DE L'AN DE JÉSUS-CHRIST 79.

(HISTORIENS : Pline, Plutarque, Florus, Suétone, Dion-Cassius, Eutrope, Jean Zonata etc.).

La première et l'une des plus désastreuses éruptions dont les détails nous soient parvenus, c'est, avons-nous dit, celle de 79, qui nous est racontée d'abord par Pline-le-Jeune. Nous allons prendre le récit qu'il en fait dans deux lettres à Tacite. Nous ne le suivrons pas mot à mot ; mais nous éviterons d'omettre les faits intéressants, surtout au point de vue de la science.

Dans la première de ces lettres, Pline répond à la demande que lui a adressée Tacite, d'être informé des circonstances de la mort de Pline-l'Ancien, oncle de celui qui répond. Voici en substance ce que nous trouvons dans la première lettre.

Vers une heure de l'après-midi du 23 août 79, Pline-l'Ancien, commandant de la flotte romaine à Misène, est informé de l'apparition d'un nuage d'une figure extraordinaire et d'une grandeur inusitée. Il monte en un lieu d'où il peut facilement examiner le prodige ; cependant il lui est difficile de reconnaître sur quelle montagne il s'appuie, et ce n'est que plus tard qu'on a su qu'il portait sur le Vésuve. Ce nuage s'élançait d'abord très-haut, comme un tronc cylindrique, et de son sommet partaient un certain nombre de longs rameaux divergents, ce qui le faisait ressembler à un arbre immense et plutôt à un pin qu'à tout autre arbre. Il variait dans sa coloration, paraissant tantôt blanc, tantôt noir et tantôt d'une autre couleur, ce qui pouvait tenir à la na-

ture des matières pulvérulentes en suspension, cendre ou terre, dont il était formé.

Pline juge avec raison le phénomène digne d'être observé de plus près. En conséquence il fait appareiller sa frégate légère, et, malgré les supplications des troupes romaines qui viennent de Rétines où elles stationnaient, le conjurer de les mettre à l'abri d'un danger redoutable, en les éloignant par la mer, il persiste dans la résolution de se diriger vers le point que chacun veut fuir. D'ailleurs il n'est plus mû seulement par l'attrait d'une simple curiosité; mais il veut savoir si les nombreux et beaux villages de la côte où est Rétines, n'ont pas besoin des secours qu'il pourrait leur donner. Il part donc avec des galères, et, chemin faisant, il observe et dicte les observations.

Cependant, à mesure que les vaisseaux s'approchent des rivages où est assis le Vésuve, une cendre plus épaisse et plus chaude s'abat sur les ponts; puis, bientôt, des pierres calcinées, des cailloux brûlés, noircis, rendus friables par la haute température qu'ils ont subie, sont mêlés à la cendre et tombent avec elle. Déjà la mer semblait repoussée de ses rivages et les côtes étaient devenues inabordables, parce que des masses rocheuses, grosses presque comme des montagnes, les avaient couvertes. Pline hésite; mais bientôt: Tournez du côté de Pomponianus, dit-il à son pilote. On arrive à Stabie. C'est ici que se trouvait Pomponianus, mais si peu rassuré qu'il attendait, pour s'embarquer et fuir, qu'un vent moins défavorable le lui permît. Pline rassure son ami, en montrant lui-même de la sécurité. Néanmoins le mont Vésuve semblait parsemé d'embrasements; on y voyait çà et là de longues flammes, dont les effets de lu-

mière paraissaient encore multipliés au milieu de l'o
curité. Pline alla se coucher et s'endormit.

Les cendres, qui ne cessaient de tomber comme un
neige grise, fine et serrée, s'accumulaient dans la cou
qui précédait l'appartement donné à Pline, et l'on du
craindre que bientôt la possibilité de sortir ne lui fût enle-
vée. On l'éveilla. Puis il fut tenu conseil sur le parti qu'i
convenait de prendre. S'enfermera-t-on dans les mai
sons? Mais les fréquentes secousses de tremblements d
terre semblent vouloir les repousser de leurs fondation
et les lancer ou d'un côté ou de l'autre : c'est un asil
qui peut écraser à chaque instant ceux qui l'adopteron
Ira-t-on en rase campagne? La chute des pierres, q
semblent venir du ciel, est à craindre. Toutefois l
pierres qui tombent sont légères; aussi on adopte
dernier parti, en prenant pour unique précaution celle
se garnir la tête d'oreillers attachés avec des mouchoir

Bien que l'heure fût arrivée où le jour se fait, la n
la plus épaisse et la plus sombre enveloppait Pline et s
compagnons : à peine la dissipait-on un peu par
lueurs d'un grand nombre de flambeaux et d'autres l
mières. On voulut voir ce qu'on pouvait demander à
mer; mais elle était tumultueuse, et le vent était co
traire. Pline but de l'eau et se coucha sur un drap qu
avait fait étendre. Bientôt après, les flammes s'agrand
sant, et une odeur sulfureuse faisant craindre leur a
proche, chacun prit la fuite. Pline éveillé se lève soute
par deux esclaves et tombe subitement asphyxié. C'
seulement trois jours après qu'on revit la lumière
jour et qu'on retrouva le cadavre vêtu comme à l'insta
de la mort, et dans la posture d'un homme qui repo

Pline-le-Jeune n'avait pas suivi son oncle; il é

resté à Mysène avec sa mère. Mais, malgré la distance où il se trouvait du foyer d'éruption, il eut à éprouver des alarmes et à courir des dangers. Tacite lui écrit pour lui en demander le récit, et c'est sa réponse qui fait l'objet de la seconde lettre. Voici ce qu'il nous y apprend.

Depuis plusieurs jours un de ces tremblements de terre auxquels la Campanie est si sujette, faisait sentir ses secousses interrompues. Dans la nuit qui suivit le départ de Pline-l'Oncle, l'agitation du sol devint si violente qu'il semblait que tout dût être renversé. A sept heures du matin les secousses atteignirent une violence si terrible qu'il y avait un danger immense à rester dans le voisinage des maisons. Pline et sa mère crurent devoir prendre le parti de quitter la ville pour les champs, où ils furent suivis par une foule épouvantée. L'agitation du sol était alors telle que les voitures ne pouvaient être assujetties à occuper une place, malgré de grosses pierres dont on les appuyait. Aussi, la mer soulevée, se renversant sur elle-même, comme repoussée de ses rives, avait laissé beaucoup de poissons à sec sur le sable qu'elle avait cessé de baigner. Alors, du côté du volcan, on apercevait une nue horriblement noire, déchirée çà et là par des feux aussi éclatants et plus grands que les éclairs des orages.

La nue s'étendit et couvrit peu à peu la terre et les mers d'une nuit qui devint aussi profonde que celle d'une chambre hermétiquement close et où toutes les lumières ont été éteintes. C'est alors qu'on entendit le plus lamentable concert de plaintes, de gémissements, de sanglots, de prières, d'imprécations, même d'appels à la mort inspirés par la crainte de la mort même. Sur ces entrefaites, l'apparition d'une lueur qui indiquait l'approche d'un feu menaçant, vint ajouter encore aux alarmes et

aux angoisses ; mais le feu s'arrêta loin des lieux *où* stationnaient Pline et sa mère, à côté de groupes nombreux. Puis, de nouvelles ténèbres, non moins épaisses que les premières, enveloppèrent tout le paysage.

La pluie de cendres avait commencé en même temps que la nuit anticipée ; elle tombait avec une abondance qui pouvait se mesurer par l'épaisseur des ténèbres dont elle était la cause. Aussi Pline et ses malheureux voisins devaient-ils se lever de temps en temps pour secouer leurs habits, afin d'éviter d'être écrasés ou ensevelis sous les monts de poussière qui s'y accumulaient.

Enfin peu à peu le voile de vapeur devint moins épais et moins noir ; puis il se dissipa et le jour apparut ; mais le soleil conserva pendant bien des heures encore une couleur jaunâtre, ne donnant qu'une lumière affaiblie, comme pendant une éclipse. Tout paraissait changé, tant à cause de la teinte de cette lumière que parce qu'une couche épaisse de cendres s'étendait sur tout. Cependant on se décide à regagner Mysène, et chacun s'y établit de son mieux, malgré la continuation des tremblements de terre, qui semblent dire que les mêmes horreurs peuvent avoir un retour prochain.

La double narration de Pline ne nous apprend pas précisément ce en quoi a consisté l'éruption du Vésuve, à l'occasion de laquelle il a écrit ses lettres. Il ne nous entretient guère, en effet, que de phénomènes observés à des distances plus ou moins grandes du volcan. Mais nous avons sur la même éruption des renseignements consignés dans les écrits de Plutarque, de Florus, de Suétone, de Dion-Cassius, d'Eutrope etc.

Plutarque, après avoir dit la nuit obscure due aux nuages de cendres et la grande agitation des eaux de la

mer, ajoute que la bouche du volcan lançait des masses de roches incandescentes, et que des villes importantes ont été si complétement détruites que les visiteurs ne sauraient distinguer les places qu'elles ont occupées. Les autres auteurs ajoutent peu à ce qui précède. Cependant il est dans quelques-uns des récits qu'on lira sans doute avec intérêt.

Dion-Cassius, dont les écrits remontent à l'an 228, parle d'abord du Vésuve en général ; puis de l'éruption de 79 en particulier : résumons ce qu'il dit à ce sujet. — Autrefois la montagne se terminait par en haut comme les autres montagnes, c'est-à-dire que la partie centrale du sommet se trouvait à un niveau au moins aussi élevé que celui des bords du plateau ; mais un foyer intérieur, dont le siége était au-dessous de la partie médiane, ayant *consumé* le mont suivant son axe, cette partie médiane s'est affaissée. De là est résultée la figure concave, qui est actuellement celle du sommet, où l'on voit comme un vaste et profond amphithéâtre.

Aussi, tandis que les vignes et les arbres continuent couvrir les flancs jusque près de leurs sommets, on voit la fumée du foyer encore brûlant sortir constamment par des fentes et par des puits qui débouchent au fond du gouffre. Cette fumée prend même souvent pendant la nuit l'aspect et l'éclat d'une flamme, sans que pour cela le volcan semble passer à une période d'activité. Mais il arrive quelquefois que la fumée, s'élançant beaucoup plus épaisse et plus rapide, indique un redoublement d'action du foyer ; et alors au jet de vapeur se mêlent des éjections de cendres brûlantes et de roches calcinées. Alors aussi, on entend des bruits de nature à effrayer, semblables, les uns à des roulements ou à des

Après un été d'une sécheresse extrême, le sol de la
panie fut tout à coup agité de violents tremblemen
en même temps des tonnerres et des mugissement
terrains firent entendre leurs voix effrayantes.
comme si les roches de la montagne s'entrechoqu
fussent fracassées dans un immense bouleverseme
mer d'abord frémissante fut bientôt tumultueus
agitée : ses vagues, soulevées par les convulsions
rives et de son fond, étaient rejetées loin des ri
puis revenaient les envahir avec fureur. Bientôt l
vertures du gouffre volcanique vomirent une abo
fumée de cendres, couvrant la terre et la me
voile épais de noires ténèbres, que le soleil était i
sant à éclairer, même d'une faible lueur. Des frag
volumineux de roches brisées dans les entrailles
montagne s'élançaient à une hauteur considérabl
retomber dans le cratère ou en dehors de son en

La terreur grandit jusqu'à des limites extrêmes.
ques-uns en vinrent à croire à la résurrection des
dont la fable avait peuplé dans les temps passés l
virons du volcan et le volcan lui-même. D'aille

bruyants éclats d'un tonnerre souterrain, semblables aux retentissements de trompettes immenses? La crainte d'être écrasés et ensevelis sous les ruines poussait les uns au dehors des maisons, tandis que les autres au contraire se précipitaient dans les habitations pour y chercher un refuge contre les dangers du dehors; ceux-ci quittaient le continent pour la mer, ceux-là quittaient la mer pour le continent, tous jugeant que le danger qui les entourait était le pire de tous. La cendre avait tout envahi, poussée par le vent; l'air en était chargé, la terre en était couverte, les eaux de la mer en étaient troublées. Deux villes, Herculanum et Pompéi, furent tout entières ensevelies sous les produits du volcan, pendant que le peuple, ajoute Dion, était réuni à l'amphithéâtre.

Ni Pline ni Dion ne rapportent qu'il y ait eu, coulant du sommet, des matières ressemblant à la lave, comme dans la plupart des éruptions postérieures. Mais Eutrope raconte que le sommet du mont se brisa et qu'il vomit des torrents de matières enflammées. Ces matériaux, qui descendaient sur les flancs de la montagne, étaient-ils des courants laviques? Ou bien étaient-ce, comme le veut le Père della Torre, des rivières d'un sable rougi et non liquéfié dont il parle encore à l'occasion d'autres éruptions? C'est ce que nous ne déciderons pas.

Jean Zonata parle aussi de cette éruption, dans ses annales écrites en 1118. Après avoir donné du Vésuve à cette époque une description qui semble calquée sur celles des précédents écrivains, il dit les phases que présente le volcan. — Couronné d'une vapeur qui semble de la fumée pendant le jour, du feu pendant la nuit, le Vésuve prend tout à coup une activité extraordinaire : ce

sont des cendres abondantes et des fragments de r
qui sont lancés par l'impétuosité de la vapeur. Pu
entend un bruit semblable à celui de montagne
s'entre-choqueraient, et ce sont des rochers entier
sont lancés dans les airs. Ensuite, après un j
flammes éclatantes, un immense nuage de fumée é
la lumière du soleil et transforme le jour en nuit.
si grande quantité de cendres remplit l'air, cou
terre et se mêle aux eaux de la mer, que les oisea
les poissons en sont tués. Deux villes, Herculan
Pompéi, sont ensevelies sous la cendre, pendant
peuple est réuni au théâtre. — On doit voir dans
cit la reproduction de ce qu'avaient dit les hist
plus anciens, à qui il est tout naturellement emp

Tous les phénomènes que nous avons trouvés
dans les relations précédentes, ont eu leurs semb
dans la suite et même dans les éruptions moderne
tremblements de terre, les bruits souterrains, les
ritions de colonnes de fumée ou de vapeurs, les éje
de cendres, les pluies de pierres calcinées ou en
sière, les éclairs éblouissants sont les éléments
naires de ces faits convulsifs. Ainsi des bruits semb
à des tonnerres ont quelquefois mis en vibration les
de Portici ; d'autres, semblables à des beuglemen
sont fait entendre parfois jusqu'à Naples. Les cend
sont aussi, dans quelques cas, répandues sur de
grandes surfaces, qui en ont été couvertes d'une c
assez épaisse. Cependant nous voyons une grand
gération dans le dire d'Eutrope et celui de Dion
Jean Zonata qui le répète, affirmant que les ma
pulvérulentes auraient été transportées jusqu'en Af
en Égypte et en Syrie.

Nous aurions pu faire à mesure quelques observations sur certains faits et sur des explications au moins très-hasardés ; mais nous avons préféré les réserver pour un peu plus tard, où elles trouveront mieux leur place.

Quoi qu'il en soit de la vérité de certains détails, l'éruption de 79 est l'une des plus terribles parmi celles dont nous avons l'histoire : elle a été l'une des plus désastreuses. En effet, outre les dommages qu'elle a causés aux villas éparses dans les terrains environnants, outre les avaries partielles dont ont souffert beaucoup des bourgs du voisinage, nous savons que deux villes entières, Herculanum et Pompéi, ont été noyées, ensevelies sous les produits de l'activité du volcan. A ces deux villes nous pouvons même joindre Stabies, qui aussi a été victime du même désastre. Le fait de cette triple destruction est confirmé d'ailleurs par les découvertes postérieures des villes ensevelies. Car nous savons que l'emplacement de chacune a été retrouvé, et même qu'on a mis à découvert des portions plus ou moins considérables des restes de leurs édifices, dans des fouilles, trop peu actives il est vrai, mais néanmoins très-intéressantes.

Voici l'histoire de ces découvertes fameuses.

Le prince Emmanuel de Lorraine, duc d'Elbeuf, marié en 1713 à la fille du duc de Salsa, avait bâti une villa aux environs de Portici. Des ouvriers, faisant un forage dans le but de procurer de l'eau pour l'usage de cette habitation, rencontrèrent une voûte qu'ils percèrent : la construction avait fait partie du théâtre. On découvrit bientôt divers objets curieux et entre autres les statues d'Hercule et de Cléopâtre. Les choses en étaient restées là ; mais la tradition conservait dans ces

lieux le souvenir du fait, dont on s'y entretenait, lorsque Portici ayant été cédé en 1736 par le duc d'Elbeuf au roi des Deux-Siciles, celui-ci voulut aussi se créer une villa dans les mêmes environs. A cette occasion on fit un creusage qui fut poussé à 26 mètres de profondeur, et l'on reconnut le sol d'une ville entre Portici et Résina : les inscriptions trouvées disent que cette ville est Herculanum.

A diverses époques depuis, des travaux ont été entrepris, abandonnés, puis encore repris, dans le but de faire des découvertes archéologiques : on a trouvé de nombreux monuments dignes de la curiosité et de l'intérêt des antiquaires. Mais il faut avouer que généralement nulle méthode n'a présidé à la direction de ces sortes d'opérations. Aussi, le gouvernement napolitain ayant fait, en 1828, un travail de déblaiement, on reconnut, après la dépense faite, que l'on était tombé sur les points qui avaient été explorés par le duc d'Elbeuf, plus d'un siècle auparavant. Puis il faut ajouter que les sommes ordonnancées pour cet objet ont été réglées avec trop d'économie, pour qu'il n'y eût pas une extrême lenteur de résultats. L'antiquaire et le géologue ont lieu de déplorer qu'un grand nombre de faits utiles à la science soient encore enfouis, lorsqu'ils devraient être exhumés et soumis à leurs appréciations.

Herculanum, fondée par une colonie grecque, était, d'après plusieurs auteurs anciens, au nombre des sept villes les plus florissantes de la Campanie. Nous ne connaissons ni l'importance relative de sa population, ni d'une manière certaine la longueur de son périmètre. Comme on rejetait les décombres provenant d'un déblaiement dans le découvert dû à un déblaiement précédent, peu

d'édifices sont simultanément accessibles à l'observation. C'est ainsi que le forum, le temple de Jupiter, qu'on a explorés, sont aujourd'hui couverts, mais le théâtre peut être visité aux flambeaux. On y remarque une formation constante de stalactites de carbonate de chaux magnésienne, produites par des infiltrations au travers du tuf dans lequel les galeries ont été creusées.

Nous dirons tout à l'heure, d'une manière générale, les principales richesses trouvées dans les fouilles successives; mais parlons auparavant des deux villes qui ont subi à la même époque un sort semblable à celui d'Herculanum.

La plus importante des deux, Pompéi, avait aussi été fondée par une colonie grecque et, comme Herculanum, était comptée parmi les sept villes les plus florissantes de la Campanie. On ne connaît pas l'importance relative de ces deux villes. On sait cependant de Pompéi, qu'elle avait un peu plus de 4 kilomètres de circonférence. Voici, du reste, comment on a été mis sur la voie de la découverte de son emplacement. En creusant des caves aux environs de Scafati, au sud-est-sud de Portici, on avait trouvé d'abord des ossements humains, et entre autres, un squelette de femme, avec des anneaux et des bracelets d'or. On présuma de suite que là avait été Pompéi. Plus tard la présomption a été changée en certitude par des recherches dont nous dirons les résultats généraux.

Quant à Stabie, victime aussi de la catastrophe de 79, nous n'aurons que peu à en dire. C'était une petite ville située à 8 kilomètres environ du Vésuve, non loin de l'emplacement de *Castello-a-Mare*. Nous avons vu dans les

récits de Pline-le-Jeune que son oncle y était venu auprès de Pomponianus, que pendant la nuit qu'il y passa, il y eut pluie d'une telle quantité de cendres, que, par mesure de prudence, dans la crainte que plus tard la retraite ne devînt impossible, on fut obligé de fuir la ville. En effet, Stabie fut complétement ensevelie sous les pierres et les cendres volcaniques. Sous les ruines qui ont été découvertes, on a trouvé quelques squelettes, des pièces antiques de peu d'importance et des rouleaux de papyrus. Cela dit sur Stabie, revenons à Herculanum et à Pompéi.

Parmi les découvertes faites dans ces villes, il en est qui viennent confirmer ce que nous a déjà appris Sénèque, qu'un tremblement de terre aurait à peu près détruit Pompéi, l'an 63. Ce sont des temples avec des inscriptions qui consacrent le souvenir qu'ils ont été réédifiés, après leur destruction par un tremblement de terre qui eut lieu sous Néron. A Pompéi surtout, des lézardes, des fissures encore ouvertes aux murs d'édifices publics ou particuliers sont autant d'indices de cette catastrophe, dont Herculanum aurait moins souffert. A côté de l'un des temples, qui est resté inachevé, on a trouvé sur le sol des colonnes en partie taillées, et, selon toute probabilité, destinées à la réparation.

Le pavé des rues, généralement en bon état de conservation, a été enfoncé en quelques points : il consiste en larges dalles irrégulièrement faites de laves dures. On peut y remarquer une particularité extrêmement curieuse : ce sont des ornières irrégulières de 3 à 4 centimètres de profondeur, creusées, il y a plus de dix-sept siècles, par les roues des chariots; au nombre de deux dans les rues étroites, elles sont au nombre de quatre

dans les rues larges, où il pouvait y avoir une voie pour chaque sens de direction.

Voici, sur les recherches, quelques détails dont nous pourrons tirer des conséquences importantes. D'abord, on n'a trouvé dans les villes enfouies qu'un nombre assez restreint de squelettes; d'où il est permis de présumer que l'ensevelissement ne fut pas assez rapidement brusque pour ne pas laisser à la plupart des habitants le temps de fuir. Il est même très-présumable qu'on put emporter les plus précieux des effets. Dans les casernes de Pompéi on a trouvé les squelettes de deux soldats enchaînés avec des ceps, et on en a trouvé dix-sept dans une cave d'un faubourg, où probablement ces malheureux avaient cherché un abri contre la pluie de cendres. Puis, dans cette même maison, on put voir le moule parfaitement conservé d'une femme tenant son enfant dans ses bras; aux ossements était jointe une chaîne d'or, et aux doigts il y avait des anneaux ornés de pierreries. Enfin, de chaque côté de la même cave on trouva une longue rangée d'amphores en terre.

On peut lire encore aujourd'hui les inscriptions tracées par les soldats sur les murs de leurs casernes, les noms des propriétaires des maisons écrits sur les portes. Puis les couleurs des fresques, à l'intérieur des monuments, ont conservé presque toute leur vivacité. Les décorations des fontaines publiques sont composées de coquilles, dont la disposition est tout à fait rappelée par celles qui ornent les fontaines de Naples de nos jours. On conserve dans un musée particulier une collection de coquillages, dont le plus grand nombre appartiennent aux espèces actuelles de la Méditerranée. Le milieu dans lequel ces échantillons ont passé près de dix-huit siècles, fait

qu'elles n'ont subi aucun commencement de ce qu'on appelle *fossilisation* et qu'elles sont en tout semblables à celles de nos collections actuelles.

Le bois des maisons d'Herculanum, noirci à l'extérieur, a conservé, dans son intérieur, le même état à peu près que du bois récent. D'autres substances organiques, plus facilement attaquables, ont subi des altérations plus considérables; cependant beaucoup sont dans un état de conservation assez remarquable. Un grand nombre de filets de pêcheurs, quelques-uns entiers, ont été trouvés dans les deux villes enfouies.

On a découvert à Herculanum du linge dont le tissu se distinguait très-bien. Dans la boutique d'un fruitier on a recueilli des vases remplis d'amandes, de châtaignes, de noix, de fruits de caroubier; dans celle d'un boulanger, un pain qui porte le nom de son fabricant; sur le comptoir d'un pharmacien, une boite remplie d'une substance terreuse provenant probablement de pilules, puis une jarre contenant des plantes médicinales. Plus tard, en 1827, on a découvert des olives *humides* dans un bocal carré, dont l'état de conservation est réellement surprenant. Tous ces objets sont conservés avec soin dans un musée de Naples.

Des monuments qui auraient pu être de beaucoup plus précieux encore, ont été découverts dans ces villes mortes: ce sont des restes de *bibliothèques* ou des ensembles de petits paquets de papyrus roulé. Malheureusement ceux de Pompéi étaient complétement indéchiffrables, et ceux d'Herculanum, passés à l'état d'une matière pulvérulente, n'ont laissé lire que des titres d'ouvrages. Ce sont, en général, des œuvres d'une importance secondaire; car, d'après quatre à cinq cents

titres qu'on a pu déchiffrer, ils traitent de musique, de rhétorique et de l'art culinaire. Il y avait cependant deux volumes d'Épicure *Sur la nature* et d'autres de la même école ; puis un écrit par Chrysippe, adversaire d'Épicure.

Disons, avec M. Lyell, combien il est regrettable que des recherches n'aient pas été dirigées spécialement dans le but d'obtenir d'autres monuments écrits de cette époque passée. Peut-être, espérons-le, un avenir plus intelligent et mieux dirigé exhumera-t-il un rouleau de papyrus mieux conservé et qui nous révélera plus de choses intéressantes que n'en peuvent dire tous les hiéroglyphes. Il ne faudrait pour cela, dit encore M. Lyell, qu'une faible partie du zèle et de l'espritt éclairé qui ont présidé aux recherches de l'expédition des Français et des Toscans en Égypte. Mais dans ces villes ensevelies on semble n'avoir cherché que des monuments, des statues, des peintures anciennes, lorsque l'Italie a déjà tant de chefs-d'œuvre de ce genre qu'il ne lui reste rien à désirer sous ce rapport. Toutefois avouons qu'une récolte précieuse pour les antiquaires a été le résultat des efforts qui ont été faits. Les édifices mis à ciel ouvert, les statues de métal et de pierre, les médailles, les instruments de sacrifices, les armes, les ustensiles de ménage, les bijoux, les dés à jouer etc. sont autant de monuments dont l'historien peut tirer parti pour étudier les mœurs publiques ou privées de ces temps anciens dans ces villes fameuses et si malheureusement mises à mort.

L'ensevelissement de deux villes, comme Herculanum et Pompéi, est sans aucun doute un fait très-important à tous égards. N'est-il donc pas remarquable

que Pline-le-Jeune, pas plus qu'aucun contempor de l'événement, n'en fasse aucune mention? Ta aussi, son contemporain et son ami, se contente de di que des villes furent consumées ou englouties. Suéton garde aussi sur ce grand fait un silence absolu, et Martial, sans les nommer, les indique comme ayant été enfouies sous des scories. Dion Cassius, qui n'est venu qu'un siècle et demi après Pline, est le premier écrivain qui nomme les villes, en disant la catastrophe dont elle furent victimes. Mais les renseignements puisés, paraît-il, dans les traditions des habitants sont tellement mêlé de fables, de récits merveilleux, où apparaissent de géants et des trompettes, qu'aujourd'hui encore, *malgr la tradition*, on semblerait fondé à ne pas croire au fai en lui-même, si l'on n'avait découvert les deux ville ensevelies, et dans leurs restes les preuves irrécusable de la catastrophe dont elles ont été victimes. Et ce fa n'est pas le seul des événements importants qui soien dans le cas qu'on ait besoin, pour y croire, de s'ap puyer sur une tradition orale qui les lie à une traditi écrite de beaucoup postérieure. Nous pouvons citer particulier l'éruption de la Solfatare qui eut lieu pe dant un temps de repos du Vésuve, et que la traditi *seule* rapporte à l'an 1198, sous Frédéric II, empere d'Allemagne. Disons, dès maintenant, que l'éruptio de la Solfatare n'a consisté qu'en une émission de la trachytique, légère, scoriforme, d'aspect récent, q repose sur des strates de tuf meuble superposées à masse principale de trachyte.

Pour terminer l'histoire de la première et si mém rable éruption *historique* du Vésuve, nous allons no occuper de la question de savoir comment les vil

d'Herculanum et de Pompéi ont péri. Est-ce par le feu ? est-ce par l'eau ? comme se le demande un auteur italien dans le titre d'un livre qu'il a publié sur ce sujet. D'ailleurs les deux opinions qui répondent à la question ont été soutenues avec vivacité dans une controverse fameuse, où les uns, partisans exclusifs des causes aqueuses, n'admettaient que le transport des matières volcaniques par des torrents, et les autres, non moins exclusifs, ne faisaient intervenir que l'action du feu. D'abord, ni Herculanum ni Pompéi n'ont été submergées par des torrents de lave, comme quelques-uns l'ont dit ou sont portés à le croire : les observations sur la matière ensevelissante contredisent de tous points cette explication. La lave, après son refroidissement, donne lieu à une roche, sinon très-compacte, au moins dure et assez peu friable. Or, au lieu d'une matière tenace, on ne trouve dans les couches qui recouvrent ces villes qu'un agrégat de parcelles pulvérulentes ou de poussières qui ont fait corps en présence de l'eau. Les fragments sont en effet très-facilement pulvérisables sous le marteau, et le microscope, ou même simplement la loupe, y fait voir des substances chimiquement différentes, les unes terreuses, les autres jouissant d'un brillant métallique, absolument comme dans les cendres volcaniques. Disons d'ailleurs que cette couche, à partir du sol des villes, a une puissance variable, qui est quelquefois considérable : cette couche, de plus de 15 mètres au lieu qu'occupait le théâtre, prend une profondeur de près de 40 mètres du côté de la mer. Quant à la disposition, on remarque qu'elle varie aussi avec les circonstances. Dans les lieux découverts, c'est-à-dire là où il n'y avait pas de toit entre le ciel et le

sol, les strates sont constituées à l'instar de celles que forme une neige fine, leur surface supérieure indiquant plus ou moins les accidentations de la surface qui les porte. Dans les lieux couverts, dans les habitations, sous les toits et dans les caves, la disposition semble indiquer que la matière y aurait été introduite à l'état de limon et probablement postérieurement à l'époque de la pluie de cendres. Au reste, il est aussi très-présumable que l'ensevelissement, tel qu'il existe aujourd'hui, ne s'est pas opéré en une seule fois, et que l'état actuel des choses résulte d'une succession d'actions dont chacune peut avoir été très-lente.

Ce qui prouve incontestablement que ces villes n'ont pas été ensevelies par des torrents de lave brûlante, c'est l'état de conservation relative de certaines substances très-combustibles, du linge, des filets, du pain etc., qui certainement auraient été converties en cendres sous la haute température de la lave, lorsque celle-ci les aurait approchées. Nous savons aussi que, malgré le dire de Dion Cassius, la catastrophe n'a pas été subite et qu'il est inexact de dire qu'elle ait surpris et enveloppé le peuple réuni au théâtre : le petit nombre des squelettes trouvés dans les villes mortes a démenti ces assertions.

Certains faits cependant semblent indiquer que la cendre arrivait encore chaude : telles sont la carbonisation au moins partielle des encadrements en bois des portes et des autres bois qui faisaient partie des constructions, et la combustion aussi partielle des substances végétales ou animales exhumées. Les charbons toutefois sont devenus mous sous l'action d'un séjour prolongé dans un milieu où pénétrait l'humidité atmosphé-

rique. Mais peut-être pourra-t-on objecter que ces matières de nature organique ont subi sous l'action du feu la même transformation que les substances de même nature qui sont devenues ce qu'on appelle aujourd'hui les combustibles minéraux, telles que les lignites, la houille, les anthracites. Cependant cette dernière cause, rapprochée de la durée de l'enfouissement, ne nous paraîtrait pas expliquer le degré de carbonisation des matériaux, surtout des bois. Nous nous souvenons d'avoir vu et examiné des poutres et d'autres pièces moins volumineuses de bois, extraites des fouilles d'une ancienne villa romaine sur les bords de la Saône. Après un séjour de quatorze siècles dans l'humidité, ces matériaux avaient pris une couleur noire, même à l'intérieur, et se divisaient à l'air en écailles; mais il ne nous a pas paru qu'elles eussent subi ce qu'on peut appeler un commencement de carbonisation.

Voici, d'après notre appréciation, ce qui semble résulter de l'ensemble des faits. Une pluie de cendres encore chaudes s'est abattue sur ces villes, de manière à obstruer ou à remplir les rues et les édifices ouverts par en haut. Peut-être aussi y a-t-il eu envahissement en même temps par un courant torrentiel d'une poussière ou d'un sable brûlant, qu'aurait émis une bouche ouverte au bas du cratère. Mais on conçoit qu'aucune de ces causes n'a pu contribuer sensiblement à remplir les pièces fermées des habitations et qu'elles ont pu rester, pendant un temps plus ou moins long ensuite, exemptes de l'envahissement de la substance volcanique. Il peut même se faire qu'à plusieurs reprises, après l'éruption de 79, les mêmes causes, dont nous venons de parler, soient venues augmenter l'épaisseur de la couche de

cendres. Quoi qu'il en soit, les cendres qui remplissaient les rues et étaient accumulées sur les toits, recevaient les eaux atmosphériques; celles-ci, plus ou moins limoneuses, ont pénétré dans les pièces peu hermétiquement fermées, et y ont déposé les substances solides et pulvérulentes qu'elles entraînaient en suspension. Pendant la suite nombreuse des siècles qui se sont écoulés depuis le commencement de notre ère, ces dépôts limoneux, sans se faire d'une manière bien active, ont bien pu atteindre la hauteur où on les a trouvés lors de la découverte des villes, et remplir à peu près les appartements et les caves. Nous le répétons, le résultat final, c'est-à-dire l'état des choses que l'on a constaté, peut n'être la conséquence que de plusieurs envahissements avec lesquels aurait concouru simultanément l'action aqueuse dont nous avons parlé. Au reste, la non-homogénéité, à diverses profondeurs, du linceul pulvérulent des deux villes, ou la diversité de composition des strates de la base au sommet, pourrait amener cette conséquence que l'ensevelissement extérieur ne résulte pas d'une seule émission de pluies ou de courants de sable.

Éruption de l'an 203.

HISTORIENS : Dion, Eutrope, Sextus Aurélius Victor.

Le Vésuve était rentré dans le calme. De nouvelles bourgades s'étaient élevées sur les ruines que ses convulsions précédentes avaient faites, et sans doute, les heureux habitants de la Campagne-Heureuse commençaient à regarder comme exagérés les récits que la tradition conservait des calamités de l'an 79, lorsque, après un repos de cent vingt-quatre ans, l'an 203, le

volcan vint rappeler que ses feux ne s'étaient pas éteints, mais n'étaient qu'assoupis. Dion, dans la *Vie de Septime Sévère*, Eutrope, dans son *Histoire romaine*, Sextus Aurélius Victor, dans la *Vie des empereurs romains*, nous disent qu'à cette époque, en effet, une nouvelle éruption vint troubler la tranquilité des Campaniens et semer dans le pays de nouveaux désastres. A cette époque, disent les auteurs cités, le Vésuve se couronna d'une immense illumination et poussa de tels mugissements qu'on les entendit même à Capoue. Alors aussi, du sommet fracturé de la montagne, l'incendie coula sur ses flancs en torrents enflammés, qui désolèrent quelques villes du voisinage et firent périr beaucoup de leurs habitants. Au reste, on ne mentionne sur cette éruption aucune particularité qui ne se trouve dans les récits de la première.

Éruption de l'an 472.

HISTORIENS : Marcellin Conti, Procope, Charles Sigonius.

Nous ne trouvons non plus aucun fait nouveau dans les relations des historiens du troisième embrasement, qui aurait eu lieu l'an 472, sous Antemnius, empereur d'Occident, et Léon Ier, empereur d'Orient. Seulement, d'après Procope, l'éruption se serait continuée pendant les deux années suivantes. Il paraîtrait toutefois que, malgré cette longue durée de la période active ou peut-être même à cause de cette longue durée, les phénomènes ont été moins violents et, par suite, moins désastreux qu'en 203, et, à plus forte raison, qu'en 79. Cependant ce fut une véritable éruption, car « En l'an 472, dit Charles Sigonius, dans son *Histoire de l'empire*

d'Occident, le mont Vésuve, embrasé par des feux intérieurs, continus, vomit au dehors ses entrailles brûlées. Le jour fut remplacé dans la Campanie par les ténèbres de la nuit, et l'Europe tout entière — singulière exagération — fut couverte d'une cendre ténue. Aussi on institua à Constantinople un souvenir annuel de cet événement prodigieux, qui avait rempli d'un tel effroi l'empereur Léon Ier, que celui-ci abandonna la ville pour se retirer à Saint-Mamant. »

Éruption de l'an 512.

HISTORIENS : Magnus Aurélius Cassiodorus, Charles Sidonius, Procope de Gaza.

Moins de quarante ans après la fin de l'éruption dont nous venons de parler, l'an 512, le Vésuve se mit encore à jeter la terreur et la dévastation dans ses alentours. Voici, en effet, ce que nous apprend une lettre de Théodoric, publiée en 544 par Magnus Aurélius Cassiodorus, qui, après avoir été consul romain, s'était fait bénédictin. Cette lettre est adressée à Faustin, préposé de l'empereur dans la province en souffrance, et on va voir à quelle occasion elle a été écrite.

Les Campaniens, ayant eu à souffrir des dommages de l'action du Vésuve, suppliaient l'empereur de les exonérer de l'impôt pour des champs dépouillés de leurs récoltes. L'empereur trouve la demande juste en principe, mais veut être renseigné par une enquête, qu'il recommande à la probité de Faustus, sur la valeur des pertes de chacun, afin de n'être pas exposé à appliquer le remède à côté du mal ou à l'appliquer sans proportion avec le mal.

La Campanie, dit Théodoric, jouirait d'une félicité parfaite, sans la menace du fléau qui vient de temps à autre la ravager. Cependant jamais le désastre ne s'étend à la totalité des biens des habitants; car des avant-coureurs, qu'on ne peut méconnaître, conseillent à l'avance de prendre des précautions. La montagne, en effet, murmure d'effroyables grondements, des exhalaisons meurtrières s'en échappent, et il est peu de points de l'Italie, où l'on ne soit averti par quelques commotions qu'il se passe en ce lieu ou qu'il va s'y passer quelque chose d'extraordinaire. Les courants atmosphériques portent sur les mers, et même au delà, des nuages immenses, d'où la cendre tombe en une pluie abondante. On peut juger combien doit souffrir la Campanie de ce que, dans une autre partie du monde, on est averti qu'elle souffre. On y voit courir comme des fleuves de poussière et se précipiter en torrents impétueux des sables brûlants. Le niveau de la plaine semble s'élever et finit par atteindre le sommet des arbres. Alors l'aspect des champs, qu'égayait le vert de la végétation, se trouve remplacé par la teinte de deuil que lui donne la dévastation due à la chaleur. La fournaise, dans son action continue, ne cesse de vomir des ponces, mais elle rejette aussi des sables fertiles. Et, en effet, les germes qui sont confiés à cette terre, produit du feu, se développent avec une grande activité, et bientôt les désastres dans la production des terres sont réparés ou compensés par une récolte abondante. Comment se fait-il, se demande Théodoric, qu'une seule montagne ait pu produire tous les matériaux qui sont sortis de son sein, sans qu'on remarque une diminution dans son volume?

Charles Sigonius, dans son *Histoire de l'empire d'Oc-*

cident, déjà citée, nous dit, à propos de l'éruption de 512 : « L'empereur fit réparer le théâtre de Constantinople, que les tremblements de terre avaient fortement ébranlé. Il fit grâce de l'impôt aux Campaniens, dont les éruptions du Vésuve avaient ravagé les récoltes. » Voici du reste, suivant cet historien, ce en quoi consista le phénomène : « La montagne faisait entendre un grondement épouvantable ; il s'en échappait des vapeurs et des gaz si chargés de poussière et si noirs, que les ténèbres avaient remplacé le jour, et tous les environs étaient secoués par des tremblements répétés. La cendre fut transportée même au delà des mers, où elle s'étendit sur des provinces entières. Mais, dans la Campanie, c'était en fleuves que coulait cette cendre, et de plus des torrents d'un sable ardent, se déversant sur les campagnes, en élevaient la surface au niveau du faîte des arbres, noircissant et brûlant instantanément la végétation verdoyante qui parait ses belles plaines. »

Un auteur contemporain de l'événement, qui n'en fut pas témoin cependant, Procope de Gaza, se trouvait à Naples vers l'an 536 avec Bélizaire, capitaine de l'empereur Justinien. Les faits de l'éruption s'étaient produits assez récemment pour que l'attention de Procope fût appelée sur le Vésuve : aussi en entretient-il ses lecteurs, dans deux passages différents de son histoire des Goths. Au risque de tomber dans quelques répétitions, nous allons faire une traduction libre de ce qu'il en dit.

Alors, en 536, le Vésuve fit entendre des mugissements, mais il ne vomit rien des matières dont ces signes précurseurs semblaient annoncer l'éruption si fort redoutée des indigènes. Le Vésuve, situé à 70 stades

de Naples, est un mont abrupte, dont le pied est entouré de bois, délicieux par leur fraîcheur ; ses flancs se font remarquer par leur stérilité et par les précipices dont ils sont accidentés ; à son sommet une ouverture béante sert d'origine à un gouffre, qui semble descendre jusqu'aux racines de la montagne. Ceux qui osent sonder du regard cette effrayante profondeur, y découvrent un foyer dont les feux, d'ordinaire, n'inspirent aucune crainte et n'occasionnent aucun dommage aux habitants du voisinage. Mais dès que la voix du volcan s'est fait entendre, semblable à un mugissement, le gouffre souvent ne tarde pas à lancer d'énormes quantités de cendres donnant inévitablement la mort aux êtres vivants qui s'en trouvent enveloppés. Que cette cendre tombe sur des habitations, elle les ensevelit, en les écrasant de son poids. Quelquefois, emportée par le vent, la cendre s'élève à des hauteurs prodigieuses pour aller s'abattre sur des régions très-éloignées. C'est ainsi que Byzance, à ce qu'on rapporte, fut tellement effrayée d'une pluie de cette nature qu'on y institua des prières solennelles pour demander à Dieu d'oublier sa colère. On raconte qu'à une autre époque la cendre fut transportée même jusqu'à Tripoli. Au dire de la tradition, ajoute Procope, ces faits se sont produits, il y a à peu près cent ans — en 473 —, mais on a le souvenir de leur renouvellement à une époque beaucoup plus récente — en 512.

Ailleurs, après avoir rappelé ce que nous venons de traduire, il ajoute : Ce n'est pas seulement de la cendre que lance le sommet du Vésuve, ce sont aussi des roches plus ou moins volumineuses que la force du feu élève, et qui retombent, se dispersant autour de la

bouche qui les a vomies. Puis, comme les flancs du mont Etna, ceux du Vésuve sont sillonnés par des rivières de feu qui descendent du sommet à la base de la montagne et même s'étendent beaucoup plus loin. Les courants, en se refroidissant, exhaussent leurs bords, et forment ainsi une espèce de lit, dans lequel s'écoule du sable comme un liquide rouge de feu. Puis, lorsque le torrent a cessé de couler et qu'il est complétement refroidi, ce qui en reste ressemble à la cendre d'un foyer éteint. On trouve au pied du Vésuve des sources d'une eau douce et potable, et entre autres celle d'une rivière appelée *Draco*, qui passe près de la ville de *Nuceria*.

Éruptions des années 685, 993, 1036, 1049, 1138, 1139, 1306, 1500.

(Historiens : Anonyme du Mont-Cassin, François Scot, Léon Marsicanus, Ambroise-Léon de Nole).

Les historiens à qui nous devons les récits des éruptions de 685 et 993, ne signalent aucun fait nouveau : on dirait leurs relations calquées sur celles des faits semblables des époques antérieures. Disons cependant que l'éruption de 993 semble avoir été annoncée par des faits qui se sont produits assez loin du volcan : Rome eut à subir ces signes précurseurs. Peu de temps auparavant, le sol de la capitale de l'Italie fut tourmenté par des tremblements de terre d'une violence assez peu usitée dans cette ville. Des crevasses, formées dans certaines rues, y vomirent des flammes qui incendièrent plusieurs maisons. Aussi la consternation s'empara de toutes les classes : pape, cardinaux et peuple se jetè-

rent à genoux dans la basilique de Saint-Pierre, pour y implorer de la miséricorde divine qu'elle mît fin aux terreurs et aux angoisses. L'éruption du Vésuve commença et Rome cessa d'être tourmentée.

A l'occasion de l'éruption de 1036, nous trouvons, dans la *Chronique* de l'anonyme du Mont-Cassin et dans l'*Itinéraire d'Italie* de François Scot, la mention d'un fait nouveau, très-important. En effet, c'est la première fois qu'on signale qu'un torrent *liquide* de feu, sorti des flancs entr'ouverts du Vésuve, se serait écoulé jusqu'à la mer. On doit voir, dans ce torrent d'un aussi long cours, autre chose que ces ruisseaux plus ou moins impétueux d'une matière qui se changeait par le refroidissement en une masse pulvérulente ou au moins très-friable. N'est-on pas autorisé à conclure de là que c'est à cette époque qu'est apparu pour la première fois un courant de lave proprement dite ?

Léon Marsicanus, autrement dit Léon d'Ostie, et après lui François Scot, nous signalent, à propos de l'éruption de 1049, un fait dont il n'avait non plus été question dans aucun des récits antérieurs. Dans cette éruption, disent-ils, un torrent de *bitume* s'épancha du Vésuve et se rendit jusqu'à la mer.

Nous n'avons à retenir que leurs dates des éruptions de 1138, sous Roger III, de 1139, de 1306, de 1500. Relativement à la dernière, Ambroise-Léon de Nole, médecin et philosophe, affirme, comme en ayant été témoin oculaire, que les produits de l'éruption couvrirent une grande étendue et qu'il tomba une pluie abondante de cendres rougeâtres.

Soulèvement du Monte-Nuovo,

EN L'AN 1538.

Quittons un instant le Vésuve, pour nous occuper d'un fait considérable arrivé dans son voisinage, et qui, sans appartenir au volcan, se rattache aux faits volcaniques de la contrée : il s'agit du *soulèvement* d'une plaine en une ampoule et de la formation presque instantanée d'une montagne dans cette plaine. Les côtes de Pouzzole et de Baïa étaient secouées depuis deux ans par des tremblements de terre violents et souvent répétés, lorsque, le 27 et le 28 septembre 1538, ils devinrent si fréquents qu'ils ne laissaient aucun repos ni le jour ni la nuit. Le 29, à deux heures de nuit, la plaine qui se trouve entre la mer, le lac Averne, le Monte-Barbaro, peu distant du mont Falerne, fut soulevée peu à peu, en se crevassant, et resta maintenue beaucoup au-dessus de son niveau primitif. Alors on vit, au centre de cette plaine exhaussée, une certaine étendue de terrain s'élever davantage et prendre presque subitement la forme d'une montagne naissante. Le travail souterrain fut si actif que, après quelques heures, le sommet du mont s'élevait à une hauteur de 150 mètres au-dessus du niveau primitif de la plaine. Puis, pendant la nuit suivante, le monticule s'ouvrit en son sommet avec beaucoup de bruit, et l'ouverture vomit, au milieu de flammes, une assez grande quantité de ponces, de pierres et de cendres.

Nous devons faire remarquer que les ponces provenaient uniquement du terrain soulevé, auquel l'éruption

les avait arrachées ; car le sol de la Campanie est un composé de débris de ces sortes de matières volcaniques, et même on en voit des couches relevées sur les flancs du Vésuve. Quant aux *pierres* et aux cendres rejetées, elles provenaient de l'éruption elle-même : on doit les regarder comme ayant fait partie de la masse soulevante qui s'est fait jour au travers du terrain soulevé, ou même comme faisant partie de l'injection de bas en haut des matériaux dont l'accumulation avait produit le gonflement du terrain. La pente sud de la montagne porte encore une traînée de scories, et on voit au sommet les restes du cratère d'où elles sont sorties. L'action volcanique ne dura que sept jours, et cependant une partie du lac Lucrin fut comblée par les matières projetées ou épanchées. Cette région rentra dans le calme presque aussi soudainement qu'elle en avait été tirée, et sa tranquillité n'a pas été troublée depuis.

La montagne dont nous venons de dire la formation, est appelée encore aujourd'hui le *Monte-Nuovo* (montagne nouvelle) : les faits de son apparition peuvent être considérés comme constituant dans leur ensemble les phases de la formation d'un mont ignivome. Nous verrons, en effet, en déduisant de leur description extérieure la théorie de la formation des grands volcans dont l'action n'a pas été éphémère comme celle du Monte-Nuovo, que les mêmes phénomènes successifs ont dû marquer chacune de ces formations.

Pendant qu'un sol voisin était convulsionné, le Vésuve, calme déjà depuis près d'un siècle et demi, ne donna pas de signe d'activité. Serait-ce parce que l'effort producteur de ses éruptions aurait changé momentanément son point d'application ? Serait-ce que les maté-

riaux d'une éruption vésuvienne auraient été employés à former le soulèvement du Monte-Nuovo et à fournir les matières éruptives de ce volcan d'une semaine?

Quoi qu'il en soit, le Vésuve conserva son calme pendant plus de cent ans encore, et ce n'est qu'en 1631 qu'il se réveilla de ce long sommeil par l'éruption la plus mémorable, la plus terrible et la plus désastreuse parmi celles dont nous avons eu à parler, y compris même celle de 79.

Éruption de l'an 1631.

(Historiens : Théodore Vallé, Mascoli, Recupito, Carafa, Giuliani.)

Plus de vingt secousses de tremblements de terre s'étaient fait sentir pendant la nuit du 15 au 16 décembre 1631, lorsque, sur le matin de ce dernier jour, on vit s'élancer du sommet du Vésuve une fumée très-épaisse et très-abondante. Le jet s'éleva verticalement jusqu'à une certaine hauteur, puis, s'étendant horizontalement, produisit des entassements de nuages gros comme des montagnes dont tout le golfe de Naples fut obscurci. De ces nuages tombaient des pluies serrées de sables et de cendres qui couvrirent tous les lieux voisins de la montagne et salirent les eaux de la mer. En même temps des *flèches* de feu et des éclairs multipliés sillonnaient dans toutes les directions cette nuit accidentelle. Ce qui compléta encore la ressemblance avec un orage des plus épouvantables, c'est que bientôt on entendit à de courts intervalles comme d'affreux coups de tonnerre. La montagne ne cessa ensuite de lancer à une hauteur prodi-

gieuse des débris de roches d'une grosseur considérable.

Vers midi du lendemain, au milieu du jour lugubre que faisait la cendre dispersée dans l'air, toute la montagne fut agitée d'horribles convulsions, et, après un fracas épouvantable, elle s'ouvrit vers son sommet, du côté de Saint-Jean-de-Teduccio. Alors un torrent de laves bouillonnantes, semblables à du cristal en fusion, sortit violemment par l'ouverture et courut avec rapidité sur les pentes de la montagne, en même temps que, suivant le père Mascoli, un fleuve de *cendre enflammée* s'épanchait du sommet du cratère.

Les historiens de l'époque, et entre autres les Pères Recupito, Jésuite, et Carafa, Théatin, disent que le courant de lave se divisa en sept branches. La première se dirigea sur Piétra-Bianca, entre Saint-Jean-de-Teduccio et Portici; la deuxième à Sainte-Marie-du-Secours près de Portici; la troisième, passant par les terres de Saint-George et de Cremano, se porta sur Saint-Jorio; la quatrième toucha Portici et Granatello; la cinquième, par Notre-Dame-de-Pugliano et Résina, vint à Torre-del-Greco; la sixième aboutit à la tour de l'Annonciade, et enfin la septième, traversant Saint-Sébastien et Massa-di-Somma, toucha Notre-Dame-de-l'Arc. Encore quelques-unes de ces branches se sous-divisant, portèrent-elles des désastres en des lieux autres que ceux que nous venons de nommer.

Rien ne resta des jardins si délicieux, des vergers si agréables et si frais de Piétra-Bianca, de Sainte-Marie-du-Secours et de Portici, non plus que des cultures célèbres de grenadiers de Granatello. Sur les terres de Saint-George et de Cremano, l'église de Saint-George

seule ne fut pas détruite. Résina fut tout entière mise en ruines et brûlée. Les deux tiers de la Tour-du-Grec et à peu près la moitié de la Tour-de-l'Annonciade eurent le même sort.

Remarquons le courant partiel qui se porta vers Notre-Dame-de-l'Arc. La réalité de l'existence de ce courant est acquise non-seulement par les relations de l'époque qui la mentionnent, mais encore parce qu'il est indiqué explicitement dans les dessins dus à Carafa, à Mascoli et à Giuliani. Or ce fait dispense de s'expliquer la présence de laves à Notre-Dame-de-l'Arc par ceci que, comme le voudraient quelques-uns, les monts Somma et Ottajano auraient été primitivement les monts éruptifs, tandis que le Vésuve actuel ne serait que le produit d'une éruption postérieure.

Ajoutons que le fleuve de cendre enflammée prit aussi plusieurs directions et se porta d'une part jusqu'à Saint-Sébastien et de l'autre jusqu'à la Tour-de-l'Annonciade, et qu'il fut pour une part dans les destructions déjà mentionnées de ces deux bourgs.

Indépendamment de la lave et de la cendre enflammée, d'autres causes encore, deux principalement, déterminèrent la désolation du pays : ce sont les tremblements de terre et ce que l'on appela les *laves d'eau*, double fléau qui persista jusqu'à la mi-janvier 1632. Le samedi 20 décembre 1631, particulièrement, les secousses du sol furent si violentes que même à Naples un grand nombre d'édifices en souffrirent beaucoup, ce qui implique que dans le voisinage du mont il y eut d'assez grands désastres. Quant aux *laves d'eau*, leur cause doit être attribuée à des pluies torrentielles qui avaient duré plusieurs jours. Les grandes quantités de cendres

rejetées par le volcan, s'accumulant au devant des eaux pluviales en digues, quelquefois assez puissantes, les eaux cependant finissaient par rompre ces digues, et de là des débâcles considérables qui renversèrent quelques maisons et en enfouirent d'autres sous la cendre entraînée.

Comme en 79 et dans la plupart des éruptions d'une violence notable, la mer, repoussée de ses rives et puissamment agitée par les soubresauts de son littoral, y revenait ensuite avec fracas, passant même par dessus ses limites naturelles.

L'éruption ne cessa et un calme relatif ne se rétablit que le 25 février 1632; les tremblements de terre durèrent, s'affaiblissant toutefois progressivement, pendant plusieurs mois encore après cette dernière date. Au dire de Théodore Valle, témoin oculaire des faits de cette éruption, les secousses du sol furent si violentes que beaucoup de villages furent entièrement détruits et plus de 30,000 personnes trouvèrent la mort dans ces désastres.

Éruption de l'an 1660.

(Historiens : Joseph Macrino, Sorrentino).

Après un repos de vingt-huit années, le Vésuve eut une nouvelle éruption en 1660, rapportée par Joseph Macrino et Sorrentino. Ici les avertissements préliminaires manquèrent : sans tremblements de terre, sans bruit préalable, le cratère se remplit de la lave bouillonnante, qui déboucha par les ouvertures restées béantes à son fond depuis 1632, et au mois de juillet 1660 le

torrent s'épancha du sommet jusque sur les campagnes environnantes. Cet épanchement fut suivi de jets de nuages de fumée et d'éjections de cendre et de sable. La lave, les cendres et le sable causèrent aux environs un dommage notable.

Un intervalle de vingt-deux ans d'inactivité suivit l'éruption précédente ; mais nous verrons que, à partir de 1682, le Vésuve, comme nous l'avons déjà fait observer, fut presque constamment en ébullition jusque vers l'an 1737. On pourrait presque dire que pendant plus de cinquante ans la somme des durées des temps actifs a été à peu près égale à celle des durées des périodes de tranquillité.

Éruptions des années 1682, 1685, 1689, 1694, 1696, 1697, 1698, 1701, 1704, 1705, 1707, 1708, 1712, 1713, 1714, 1717, 1718, 1720, 1723, 1724, 1725, 1726, 1727, 1730, 1733, 1734.

(Historiens : Ignace Sorrentino, François Balzano, Thomas Bifulco [histoire manuscrite]).

L'éruption du 12 août 1682 préluda par des nuages de fumée qui versèrent une pluie de cendre, de sable et de pierres d'abord sur la Tour-du-Grec, puis vers Ottajano, et successivement sur d'autres lieux plus éloignés. Ignace Sorrentino et François Balzano racontent que ces premiers phénomènes se continuèrent jusqu'au 22 du mois, avec accompagnement de *flèches de feu* et de secousses de tremblements de terre. La lave s'éleva dans le cratère, y débouchant par les ouvertures de trois gouffres ; mais elle n'arriva pas jusqu'au sommet, et il n'y eut pas d'épanchement.

Les mêmes phénomènes se manifestèrent dans les éruptions de 1685 et 1689; mais le Vésuve, dans les intervalles assez courts compris entre ces périodes actives, ne donna pas plus de fumée qu'il n'en produit ordinairement par sa bouche supérieure.

Le 12 mars 1694, après des tremblements de terre ressentis dans les premiers jours du mois, se manifesta le commencement d'une éruption qui, sans être désastreuse, a plus d'importance que les deux précédentes. Cette fois la lave, qui n'avait pas eu d'épanchement depuis 1660, s'écoula par dessus le rebord en un torrent de 4 mètres de large et d'un peu plus de 2 mètres de profondeur. Arrivé dans la *fosse aux corbeaux*, près de l'Ermitage-du-Sauveur, le courant se divisa en deux branches, dont l'une se rendit vers la Tour-du-Grec et l'autre vers Saint-George-de-Cremano, où il s'arrêta, après avoir coulé pendant quatre jours entiers.

Une autre éruption donna, vers le milieu du jour du 4 août 1694, un épanchement d'un torrent lavique, qui coula pendant dix jours du côté de l'Ermitage et fut arrêté par la lave refroidie précédente, sans avoir commis aucun dommage.

L'année suivante, en 1697, la montagne avait commencé par jeter du feu le 15 septembre. Le 18 la lave s'épancha du sommet et se dirigea du côté de la Tour-du-Grec, se divisant et se sous-divisant, en présence d'obstacles, en un grand nombre de courants, qui ne cessèrent de couler que le 26 du mois. La Tour-du-Grec eut beaucoup à souffrir et dans ses récoltes et dans les habitations de son territoire.

Peu de mois après, le 25 mai 1698, une coulée de lave, partant du sommet, se dirigea vers Résina, puis se

partagea en deux branches, qui coulèrent jusqu'au 28 du même mois, l'une du côté de l'Ermitage, l'autre vers la *fosse aux cerfs*. Puis un nouveau courant prit naissance et descendit en deux jours à la Tour-du-Grec. Alors, et jusqu'au 12 juin, on ressentit de fréquentes secousses de tremblements de terre, on entendit des grondements souterrains et des tonnerres, pendant que le cratère lançait des cendres et des pierres en grande quantité, et qu'il s'en échappait des monts de fumée que déchiraient de temps en temps des flèches de feu.

Le 1er juillet 1701 commença une autre éruption. Ce fut d'abord une éjection de cendres et de pierres; puis la lave s'éleva bouillonnante dans le cratère jusqu'au jour suivant, où elle s'épancha par dessus les bords. Un double courant se dirigea vers le bois d'Ottajano et vers Bosco; ici, il forma une rivière large de 70 mètres et haute de 6m,5; l'abondance du cours dirigé vers Ottajano et sa rapidité s'accrurent le 6, et l'écoulement ne s'arrêta que le 15.

Les éruptions du 20 mai 1704, de la fin de 1705 au 23 juillet 1706, du 28 juillet au 18 août 1707 furent marquées par les mêmes phénomènes. Un grondement sourd, qui se faisait entendre fort loin, accompagna dans chacune la chute d'une pluie assez abondante de cendre et de pierres, et l'on vit le sommet de la montagne constamment couronné d'un cercle de feu, dû à la lave qui remplissait le cratère, jusqu'au-dessus de la margelle. Toutefois l'éruption de 1707 se distingua un peu des autres par une plus grande violence des phénomènes et par des secousses du sol qui se firent sentir, à intervalles, pendant toute sa durée. Moins d'un an après, le 14 août 1708, il arriva encore une éruption,

assez faible ; car elle ne consista qu'en l'éjection d'une certaine quantité de fumée et de cendre.

Les mémoires manuscrits, où sont consignées les relations des quatre éruptions précédentes, s'accordent parfaitement pour les détails avec les récits de Sorrentino, à qui on doit l'histoire des phénomènes vésuviens de 1660 à 1734.

Après un peu plus de trois années d'inaction, le Vésuve manifesta son activité dans une éruption, qui débuta le 5 février 1712 par une pluie de cendres, dont la chute dura vingt jours sans interruption. Ce n'est qu'au 26 avril que la lave, mais en quantité considérable, descendit du sommet vers la *fosse blanche;* puis, du 12 au 17 mai, diverses coulées pénétrèrent dans le territoire de la Tour-du-Grec. Le 29 octobre une nouvelle coulée descendit à la fosse blanche, et une autre arriva le 8 novembre vers la Tour-du-Grec. Cette éruption est la première d'un groupe, dont la suivante commença le 13 avril 1713, puis une autre encore qui dura du 21 au 30 juin 1714. Le 13 avril 1713 le Vésuve fut tellement illuminé qu'il paraissait tout en feu ; le 9 mai, la lave descendit jusque vers la *fosse aux cerfs*, qui est au pied de la montagne ; puis, du 20 au 25 du même mois, d'autres courants se dirigèrent vers Ottajano, la Tour-du-Grec et Résina. Dans l'éruption de 1714, des bruits sourds, des tremblements de terre précédèrent et accompagnèrent les autres phénomènes, qui consistèrent en une projection dans les airs de cendres et de pierres, et en des torrents de laves dirigés vers Bosco et la Tour-de-l'Annonciade.

Voici un autre groupe d'éruptions tellement rapprochées les unes des autres qu'elles semblent n'en faire

qu'une seule, dont la durée aurait été de plus de onze ans, avec quelques intervalles de repos. C'est d'abord celle de 1717. Le 6 juin de cette année, un violent effort intérieur produisit une secousse terrible en déchirant vers son sommet un côté de la montagne. De l'ouverture s'élança un ruisseau de lave qui, divisé en deux branches, se porta d'une part vers Bosco-tre-Case et de l'autre vers la Tour-du-Grec, embrassant le mont Saint-Ange des Camaldules, et ne s'arrêta que le 22. Dans l'éruption de 1718 un triple courant se dirigea, partie vers le Mauro, du côté d'Ottajano, partie vers Bosco, partie vers Résina : du 16 septembre 1718 au 9 juillet 1719 l'écoulement n'eut pas d'interruption. Une éruption suivante dura du 7 mai au 29 juin 1720, période pendant laquelle des bruits sourds ne cessèrent de se faire entendre, en même temps que le cratère lançait de la cendre. En 1723, le 23 juin, la lave se répandit dans le vallon ; puis, du 29 juin au 8 juillet, il en coula vers le Mauro. Du 12 au 29 septembre 1724 une coulée couvrit celle de 1717. En 1725, le 16 janvier, un torrent se dirigea du côté de la Somma et se répandit avec plus d'abondance dans le Vallon pendant le mois de mai tout entier. A partir du 20 avril 1726, un double torrent se dirigea d'une part vers la Tour-du-Grec, et s'arrêta tout à fait en décembre, après plusieurs interruptions. En 1727 et 1728 une même éruption envoya des laves vers le Sauveur et Résina, du 26 juillet de la première année au 29 du même mois de la seconde : toutefois cette coulée eut un certain nombre d'interruptions et de reprises.

Nous arrivons à une série d'éruptions qui, comme les précédentes, peuvent être groupées en une seule, dont la

durée serait de quatre ans, en y comprenant des intervalles de repos. La première de ce groupe est celle qui débuta le 27 février 1730 par des éjections de pierres mêlées à des cendres, et produisit le 19 mars un torrent de laves qui descendit pendant onze jours vers le bois du Prince d'Ottajano. Après un tremblement de terre qui, le 19 novembre 1732, avait fait souffrir des dommages aux villes et aux bourgs des environs du Vésuve, le volcan eut, le 8 janvier 1733, une éruption dans laquelle il vomit à plusieurs reprises jusqu'au 5 mai une assez grande quantité de laves. D'après Sorrentino, le fond du cratère s'éleva ensuite à la hauteur du rebord et fut trouvé par des visiteurs le 6 juin presque aussi uni qu'une plaine. Le 14 du même mois de juin commença une autre éruption, à l'occasion de laquelle Sorrentino parle d'un phénomène dont on n'avait pas encore constaté l'apparition : au milieu de la fumée et des cendres que rejetait le volcan, on voyait des espèces de cercles d'une fumée différente de celle de la masse et qui persistaient en l'air quelquefois pendant un demi-quart d'heure. Du 10 juillet jusqu'au 10 janvier 1734, avec des interruptions cependant, la lave descendit en un torrent qui se dirigea moitié vers Ottajano, moitié vers Torre-del-Greco (la Tour-du-Grec).

Éruption de 1737.

(Historiens : de Montéalègre, François Serrao, Ferelli, Della Torre.)

M. de Montéalègre a communiqué à l'Académie des sciences de Paris une relation de l'éruption qui eut lieu en 1737. Il existe du même fait considérable un récit de D. François Serrao, médecin et professeur de l'Université de Naples, dans son *Histoire du Vésuve*, ouvrage couronné par l'Académie des sciences de Paris. C'est à ces deux relations et à celle du P. Della Torre que nous emprunterons les détails qui vont suivre.

Une opinion, généralement admise et bien accréditée dans le pays, voulait que les éruptions fussent peu redoutables, lorsqu'elles étaient précédées d'une émission de fumée abondante ou prolongée. Or, avant que se fît l'éruption dont nous allons parler, la montagne ne cessait de vomir, depuis sept ans, des tourbillons d'une fumée souvent très-épaisse. Cependant les faits ne laissèrent pas que d'être d'une violence extrême, et l'on dut renoncer à regarder comme l'expression de la vérité la relation dont nous venons de parler entre les avant-coureurs du phénomène et l'intensité du phénomène lui-même.

Depuis sept ans donc le Vésuve fumait abondamment et d'une manière continue ; mais le 14 mai 1737 la fumée et l'éclat du foyer firent présumer par leur accroissement une activité prochaine du volcan. Et, en effet, dans la nuit du 15 au 16, la lave enflammée vint couronner le rebord de sa ceinture éclatante, en même temps

que de grosses pierres étaient lancées par le gouffre. Bientôt il s'épancha un torrent lavique qui semblait menacer Bosco ; mais jusqu'au 20 l'état des choses n'avait pas empiré. A cette dernière date, la flamme devint visible en plein jour, tant le feu était ardent ; la pluie de cendres, de cailloux, de pierres spongieuses devint aussi plus abondante et plus précipitée. Elle dura jusqu'au 23 mai, pendant que des flèches de feu, appelées *ferrilli* par les habitants, sillonnaient les nuages de fumée. Cependant vers deux heures après midi de ce jour, 23, on entendit sur la montagne un bruit assez considérable dû sans doute au travail de la matière pour s'ouvrir un passage au travers des parois de la chaudière où elle bouillonnait. A six heures et demie on entendit une explosion épouvantable; une ouverture s'était faite au sud-ouest, par laquelle s'élança un torrent abondant de lave en fusion, qui arriva en quatre heures, après plusieurs reprises, à la première plate-forme au-dessous du rebord. Vers huit heures du soir la matière parut enveloppée d'une vapeur sombre, que sillonnaient des éclairs d'un rouge ardent ; puis, un nouveau torrent lavique plus impétueux courut sur la pente, se dirigeant vers le pied de la montagne. A neuf heures sa source paraissait ralentie et les matières en fusion perdaient de leur éclat. Cependant la cime du volcan vomissait avec la même abondance des flammes et des tourbillons de fumée ; les mugissements intérieurs et les sifflements des vapeurs avaient le même degré de fureur.

A onze heures et demie du soir le courant devint tout à coup plus fécond, et en même temps la crevasse qui l'alimentait donna plus de fumée et de flammes, lança une prodigieuse quantité de foudres, et même des pierres,

ce qui n'était pas arrivé dans la première éruption. Le feu communiqué par ces pierres embrasées réduisit complétement en cendres une forêt de genêts qui couvrait une partie de la campagne.

La montagne paraissait toute en feu, illuminée par l'éclat du torrent et la reverbération des nuages qui lui en renvoyaient la lumière. Bientôt elle se mit à éclater et à tonner sans interruption et avec tant de fracas qu'on pouvait s'imaginer qu'elle ne tarderait pas à être brisée et ses débris à être dispersés de toutes parts. Alors les secousses du sol devinrent tellement violentes que personne ne se crut plus en sûreté dans les maisons ébranlées, et les habitants se mirent à fuir avec horreur ce théâtre de désolation. Dans les dernières vingt-quatre heures la lave avait couvert sur le premier plan du Vésuve un espace de 500 pas napolitains de long sur 300 de large. Aussi, on le comprend, la matière en ignition avait cessé de se montrer au-dessus du rebord.

Le 21, la lave de nouveau accumulée se fraya diverses routes, et alla porter la désolation et l'incendie dans les cultures de vignes et les plantations d'arbres des environs. Après avoir coulé d'abord du sommet vers l'Orient, le torrent avait jeté deux branches. L'une se portant vers Résina, qu'elle menaçait d'une ruine totale, tomba dans une vallée qui en est peu distante, pour se diriger ensuite vers les *Capucins*, où elle s'arrêta. Elle avait 3960 mètres de longueur, 151 mètres de largeur et 5^{m},50 de hauteur (toutes ces dimensions sont des moyennes). La deuxième branche, qui se jeta sur le côté, couvrit une grande étendue de terrain de la Tour-du-Grec : elle avait 2530 mètres de longueur, dont les 2300 premiers comptaient en moyenne 57 mètres de largeur et 2^{m},75

de hauteur, tandis que les 230 mètres, restants sur la longueur totale, avaient en moyennes 27 mètres de large et 10 de haut. Ces deux branches et les autres ramifications de moindre importance s'étaient arrêtées dans la matinée du 21 mai. Le torrent principal, qui ne cessa de s'avancer qu'à cinq heures du soir, se porta sur l'église du Purgatoire, dans laquelle il pénétra, y introduisant l'incendie. Ensuite, se dirigeant du côté de l'église des Carmes, voisine de la Tour-du-Grec, il s'y introduisit, après avoir brûlé une petite porte. Puis grossissant toujours, il s'éleva jusqu'à la hauteur des cellules des religieux, inonda une partie du réfectoire et de la sacristie, et enfin s'avança jusqu'en vue des bords de la mer, où il s'arrêta. — La longueur du dernier torrent était de 7800 mètres, dont les 1650 premiers mesuraient 150 mètres de large et $2^{m},2$ de hauteur; les autres 6150 mètres de la longueur avaient 52 mètres de largeur moyenne et 8 mètres de hauteur.

Le 24, après une explosion prolongée, qui semblait être une nouvelle menace, les foudres volcaniques sillonnèrent de nouveau l'atmosphère autour de la montagne; mais le feu produit par la cime perdait cependant de son activité. Le décroissement de violence fut plus sensible encore le 25; puis l'incendie alla toujours en diminuant jusqu'au 29, où il parut complétement éteint. Cependant il continuait de s'échapper du cratère une fumée très-épaisse qui, à la suite de pluies abondantes, devint blanche le 5 et le 6 juin. Alors il en résulta une vapeur infecte, qui se répandit dans les environs de la Tour-du-Grec. C'était une odeur suffocante de soufre brûlé, qu'on n'avait pas remarquée jusqu'alors. Les feuilles et les fruits des arbres qu'elle toucha furent

gravement endommagés ou même détruits. A la suite d'une seconde pluie, quelques jours après, la lave exhala une nouvelle odeur excessivement suffocante, non sulfureuse toutefois, qui occasionnait de violentes douleurs de tête.

Cette éruption avait duré vingt-deux jours. Le docteur Serrao, ayant mesuré et calculé le volume des laves émises dans cette éruption, a trouvé, pour les matières des diverses ramifications, un nombre qui équivaut à 10,868,380 mètres cubes.

La matière du torrent de laves, dit M. de Montéalègre, était semblable à l'écume qui sort d'un fourneau de forge. Elle resta incandescente extérieurement jusqu'au 25 mai. Au commencement de juillet, on voulut dégager un grand chemin que la lave obstruait; mais les ouvriers durent abandonner le travail, parce que la température était encore à l'intérieur tellement élevée que les outils de fer employés en étaient rougis et amollis.

Éruption de 1751.

(Historien : le Père della Torre.)

Pour la description de l'éruption de 1751, ainsi que pour la suivante et l'état du Vésuve jusqu'en 1760, nous résumerons ce qu'en a écrit le Père della Torre, observateur consciencieux et infatigable, qui alla bien des fois sur la montagne y étudier les faits du volcan. — Le 19 novembre il sortait de la fumée par quelques crevasses du cratère, mais plus abondamment par l'ouverture du sommet du cône adventice. En s'échappant, cette fumée produisait un sifflement semblable à celui qu'oc-

casionne un métal en fusion qui traverse un canal humide. Le 22, vers trois heures après midi, un grand bruit fut entendu du côté d'Ottajano, et le 23, à dix heures du matin, un tremblement de terre assez sensible fut ressenti à Naples et à Massa-di-Somma. Le 25, à quatre heures du matin, la matière liquide s'ouvrit avec grand bruit, un peu au-dessus de l'Atrio, un vaste chemin au travers d'une ancienne lave, qui fut fendue en gros quartiers et renversée avec le sable dont elle était recouverte. Alors le torrent, d'une matière semblable à du cristal fondu, assez épais, descendit sur l'Atrio-del-Cavallo et prit le chemin de Bosco-tre-Case. Rencontrant un vallon, il s'y précipita, se dirigeant vers le Mauro, du côté des bois du prince d'Ottajano. Le courant faisait, le premier jour, à peu près 900 mètres par heure ; mais la vitesse se ralentit progressivement.

Della Torre, qui stationna en avant de la tête de la lave, à 4 mètres à peu près, nous dit qu'à cette distance les arbres et les vignes subsistaient encore, et qu'il y ressentait une chaleur bienfaisante qui lui donnait des forces et de la vigueur. Mais il avait à se sauvegarder contre les chutes de pierres et d'autres blocs, que le courant portait à sa partie supérieure et qui descendaient de temps en temps sur la pente antérieure. Lorsque la lave rencontrait un obstacle, elle s'arrêtait en face, coulait de chaque côté, jusqu'à ce qu'elle eût atteint une hauteur plus grande que celle de l'obstacle, et alors elle passait par dessus. Pour les arbres qui se trouvaient sur le chemin du courant, ils étaient entourés, leurs feuilles s'enflammaient subitement, leurs troncs se rompaient, et la portion supérieure entraînée se consumait à une distance plus ou moins grande. Toutefois, lorsque c'étaient de

gros arbres, les feuilles et les petites branches seulement étaient brûlées, et le reste, carbonisé sur place, a pu souvent être découvert à cet état dans la lave refroidie.

Le torrent se moulait plus ou moins sur le terrain où il coulait, se resserrant et croissant en profondeur, ou s'élargissant et décroissant en hauteur, suivant que le vallon où il avait son cours, était plus étroit ou plus large. Après avoir parcouru le vallon de Fluscio, la lave arriva vers une heure après midi du 26 novembre au vallon de Buonicontro. Elle s'arrêta sur le bord, s'éleva à la hauteur des peupliers dont il était planté, puis la matière de dessous y tomba et le remplit rapidement. Arrivée à l'extrémité de Buonicontro, sur le soir, elle se répandit dans les terres, où elle s'étendit, le lendemain 27, sur une longueur de 520 mètres, une largeur très-variable, mais quelquefois assez grande, et une épaisseur moyenne de 3 mètres. Alors elle se refroidit; mais le volcan fournissant toujours une nouvelle quantité de liquide, le mouvement progressif de la lave ne s'arrêta pas; seulement il devint plus lent et prit de l'irrégularité. L'écoulement ne cessa que le 9 novembre, pendant la durée de pluies qui furent presque continuelles du 29 octobre au 16 novembre.

Il est curieux de savoir ce qui se passe lorsqu'un courant rencontre une maison. Comme en présence de tout autre obstacle, d'après della Torre, il s'arrête à 3 décimètres des murs, se gonfle et donne deux ruisseaux, qui coulent chacun d'un côté sans toucher les murs latéraux. Le bois des portes fortement échauffé est carbonisé, puis consumé; ensuite une langue de lave pénètre par l'ouverture, léchant les jambages, mais ne s'avançant dans l'intérieur qu'en une pointe de 1 mètre

à peu près, un peu plus ou un peu moins, suivant la largeur de la porte.

Della Torre visita dans tout son cours, le 22 et le 23 mai 1752, la lave refroidie dont nous venons de parler. Alors on pouvait marcher dessus sans éprouver une sensation bien notable de chaleur; mais par les crevasses qui s'étaient faites nombreuses et profondes, il s'échappait des gaz très-chauds et irrespirables, qu'il croit devoir assimiler à celui qui occasionne les phénomènes de la Grotte-du-Chien. Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur les observations relatives à la nature des produits du volcan : les éruptions plus récentes nous fourniront l'occasion d'y revenir. Ajoutons cependant ceci : bien que nous n'ayons parlé que d'un seul courant de lave dans la dernière éruption, il y en eut cependant quelques autres, mais d'une importance beaucoup moindre.

Éruption de 1754.

(Historien : le Père della Torre.)

Aucun bruit, aucune secousse n'annonça l'éruption de 1754; seulement on vit la fumée s'écouler plus rapide par l'ouverture du sommet du cône intérieur au cratère. Deux bouches s'ouvrirent le 2 décembre 1754, l'une du côté de Bosco, l'autre du côté d'Ottajano, et jetèrent dans ces directions des torrents abondants de liquide enflammé. Le 20 décembre notre observateur, le Père della Torre, vit le torrent de feu descendre avec une vitesse que les yeux pouvaient à peine suivre (!), de l'Atrio vers Bosco-tre-Case, là où, il est vrai, la pente est rapide. Le 14 décembre la principale branche, qui était ar-

rivée dans un petit vallon de bois du prince Ottajano, y avait 15 mètres de large et 1m,3 de hauteur, et une vitesse de 10 mètres par heure. Elle avait la même vitesse le 15 à neuf heures du matin, bien que sa largeur fût de 21 mètres et sa hauteur de 2 mètres et plus. Della Torre approcha plusieurs fois du courant une aiguille de boussole et ne reconnut pas d'action. A 900 mètres de la source du torrent il trouvait la lave refroidie extérieurement; mais des ouvertures de la croûte lui permirent de constater que c'était comme un tuyau que le courant embrasé parcourait dans sa longueur.

C'est le même jour, 15 décembre, que le Père della Torre remarqua pour la première fois ces cercles blanchâtres, denses et persistants, dont il a été question dans un récit de Sorrentino. Quelques-uns résistaient pendant plus d'un quart d'heure, et il y en eut même un qui ne se dissipa qu'après trois quarts d'heure. A la simple vue ils semblaient s'élever au-dessus du sommet du mont, deux fois autant que celui-ci est au-dessus de l'Atrio. Le lendemain et les jours suivants, il en fut remarqué plusieurs autres. On peut les comparer, à la durée près, aux anneaux que forme dans l'air le phosphure d'hydrogène en s'y brûlant et qui, s'élargissant progressivement, finissent par disparaître lorsque leur matière s'est suffisamment raréfiée.

Le 30 décembre, étant monté au sommet du Vésuve du côté d'Ottajano, della Torre vit le fond du cratère tout fumant et exhaussé de 1m,5 par les produits des déjections du cône.

Lorsque les courants vers Bosco-tre-Case et Ottajano cessèrent de couler, le 20 janvier 1755, l'incendie apparut au sommet de la montagne. Alors aussi le Vésuve

lança au travers de la fumée une grande quantité d'écumes enflammées, ce qui produisait pendant la nuit la plus grandiose et la plus agréable des illuminations. Les fragments rougis, dont quelques-uns étaient assez volumineux, étaient projetés si haut qu'ils employaient huit secondes à descendre sur le sol de la montagne. Les uns retombaient dans le cratère, tandis que d'autres, arrivant en dehors de l'ourlet, roulaient sur la pente jusqu'au bas de la montagne, c'est-à-dire avaient une course d'à peu près 5 1/2 kilomètres.

Cependant le cône intérieur, qui précédemment était peu considérable, s'augmenta des produits de cette dernière éjection et en hauteur et aussi en diamètre; bientôt on commença à l'apercevoir de Naples, d'où auparavant il n'était aucunement visible.

Le 31 janvier 1755, vers neuf heures du matin, deux nouvelles bouches s'ouvrirent du côté d'Ottajano, et les deux torrents qu'elles vomirent, suivirent le même cours que les précédents. Cet écoulement mit fin aux éjections par le sommet.

Le 23 février le cône était encore sensiblement augmenté dans sa hauteur et sa circonférence de base; puis le fond du cratère était élevé de 32 mètres au-dessus de son niveau primitif. Le 9 avril les choses avaient persisté dans le même état; mais le 22 mai le fond du cratère s'était tellement abaissé qu'il se trouvait à 16^{m},5 au-dessous du rebord, au lieu de 6 à 7 mètres qu'il y avait le 9 avril. Toutefois il n'avait pas repris son ancien niveau, puisque ce niveau se trouvait avant l'éruption à 38^{m},5 au-dessous du sommet de l'ourlet.

On voyait alors béante, à côté du cône adventice, l'ouverture d'un gouffre, dont on pouvait estimer la profon-

deur comme étant très-considérable. Une tentative avait été faite quelques jours auparavant pour la mesurer mais le fil de fer employé, qui avait 390 mètres de long et qui portait un gros poids, se rompit et ne permit pas de mesurer plus de 55 mètres.

M. Porta, compagnon de course de della Torre, qui avait fait la tentative de mesure dont nous venons de parler, voulut visiter les ouvertures d'écoulement de la lave. Il trouva, en pénétrant dans celle de la plus récente coulée, une grotte immense terminée en dôme, dont les parois refroidies étaient toutes tapissées de substances salines; en outre des espèces de stalactites, en forme de chandelles, pendaient à la voûte et produisaient le plus bel effet par la variété de leurs couleurs.

Cependant l'éruption n'était pas encore terminée à l'époque où nous sommes restés; elle se continua sans interruption pendant la fin de 1754 et pendant toutes les années suivantes, jusqu'en 1760. On peut affirmer que pendant toute cette période de six années, le Vésuve n'a pas été peut-être un seul jour sans lancer des cendres ou des pierres par son sommet, ou bien sans vomir des laves par ses flancs entr'ouverts. Bien des fois, pendant les années 1755, 1756, 1757, on vit le sommet de la montagne se couronner d'un anneau de feu, tant le cratère était rempli par la matière bouillonnante, et l'illumination subsistait jusqu'à ce qu'un épanchement par dessus le rebord ou un écoulement par les parois eût abaissé le niveau du liquide de la chaudière.

Le cône intérieur, dont nous avons dit l'accroissement, s'augmenta peu à peu pendant cette si longue éruption. Tandis que, sur la fin de 1754, son sommet

dépassait assez peu le rebord pour être à peine visible de Naples, il était déjà arrivé, le 10 mai 1755, à s'élever de 30 mètres au-dessus de ce rebord. Il avait une figure ovaloïde, dont la section au niveau du sommet de l'ourlet mesurait 1480 mètres de circonférence et était distante, en moyenne, de 169 mètres du périmètre de la margelle. En 1757 le cône avait pris du développement et était devenu tel que ses pentes se confondaient avec la déclivité de la montagne proprement dite : sa hauteur oblique était alors de 70 mètres au-dessus de l'ourlet. Arrivé à cet état, le cône y persista à peu de chose près jusqu'au commencement de 1759, époque d'une catastrophe mémorable. Du côté d'Ottajano, la plus grande partie du cône se précipita sur le plan de l'Atrio, entraînant dans sa chute une partie de la déclivité qui constituait l'ourlet ou le rebord de l'ancien cratère. Ce qui restait du cône adventice conserva dans sa partie la plus élevée, du côté opposé à Ottajano, une hauteur oblique de près de 70 mètres, celle qu'avait le cône avant la catastrophe qui le renversa. A partir de cette pointe, la margelle allait décroissant en hauteur de chaque côté, jusqu'au point diamétralement opposé, par où la lave continuait à couler en 1759. On voyait alors, s'ouvrant dans le plancher de la chaudière, du côté d'Ottajano et du côté de Naples, deux gouffres profonds, dans lesquels, comme dans deux vases immenses, la lave continuait à bouillonner. D'ailleurs on reconnaît encore au Vésuve actuel quelques restes du cône d'avant 1759, surmontant le rebord qui limite le cratère.

Il y eut, en 1760, une espèce d'éruption où nous ne trouvons aucune circonstance digne d'être notée. D'ail-

leurs est-ce une éruption distincte, ou n'est-ce pas plutôt la fin de la longue éruption dont nous venons de dire les phases principales?

Éruption de 1765-1766.

(Historiens : Hamilton, della Torre.)

L'éruption de 1765-1766, dont nous allons parler, fut suivie et observée par le chevalier William Hamilton, célèbre naturaliste, ministre du roi d'Angleterre à la cour de Naples. Nous résumerons ce que rapporte cet observateur sur l'événement dont il adresse le récit au comte de Morton, président de la Société royale de Londres, par une lettre datée du 10 juin 1766 et par d'autres postérieures, où il complète les renseignements de la première. Il était arrivé à Naples le 17 novembre 1764. Pendant la première année de son séjour sur les lieux, il n'avait pas eu l'occasion de remarquer un changement bien sensible dans la montagne volcanique ; seulement il avait observé ou cru observer que la fumée devenait plus abondante et les explosions intérieures plus fréquentes, lorsqu'il faisait mauvais temps. Est-ce, dit-il, pour s'expliquer cette observation, est-ce que la mer, étant alors plus agitée, pénétrerait de force par des crevasses du terrain dans le lieu même du foyer ? Quoi qu'il en soit, plus blanche et plus humide par les temps agités, la fumée était alors plus supportable à la respiration que dans des temps meilleurs, où elle a une odeur suffocante de vapeurs sulfureuses.

Ayant été favorisé par un beau temps, dans quelques ascensions sur la montagne, il put voir et distinguer au

sez profondément dans la bouche du volcan; les parois du gouffre se montraient incrustées de substances cristallines de couleurs variées: blanches, vertes, jaune foncé, jaune pâle. La tranquillité du volcan lui permit d'examiner à l'aise ces détails.

Au mois de septembre 1765, la fumée devint plus abondante, mais restait blanche ou au moins grise. Plus tard, en octobre, des bouffées d'une fumée noire s'élançaient de temps à autre au travers de la fumée blanche; puis la fumée noire devint de plus en plus fréquente. Au commencement de novembre, Hamilton signala sur le Vésuve couvert de neige, à quarante pas de la bouche, un petit monticule de soufre de près de 2 mètres de hauteur, qu'il n'avait pas vu précédemment et dont le sommet laissait constamment s'échapper une flamme bleue. Alors déjà il entendit une explosion violente, et bientôt il aperçut, s'élançant de la bouche du volcan, une colonne de fumée noire, puis une flamme rougeâtre, et ensuite une grêle de pierres dont une faillit l'atteindre.

Cependant la fumée continuait à devenir plus abondante et de couleur plus foncée: plusieurs semaines avant l'explosion, elle paraissait toute noire pendant le jour, mais de feu pendant la nuit. Vers le milieu de mars, les tourbillons de fumée et de vapeur s'épaissirent encore et prirent au-dessus du mont cette forme que Pline avait comparée à un pin gigantesque. Alors elle était chargée de cendres qui, tombant sur les vignes, y causèrent un grand dommage en détruisant les feuilles.

Mais c'est le 28 mars à sept heures du soir, après une violente explosion, que la lave, dépassant le som-

met du rebord, se mit à courir sur la pente, formant d'abord un seul fleuve, qui se séparait ensuite en deux parties dirigées l'une et l'autre vers Portici. Des grêles de pierres avaient accompagné la première explosion; elles continuèrent avec la sortie de la lave; mais, les unes et les autres, grêles et explosions, avaient diminué de violence depuis l'écoulement de cette lave. Le courant avait parcouru près de 1 mille en une heure. Les deux branches, se réunissant ensuite, aboutirent à un creux, qu'elles ne dépassèrent pas alors.

Hamilton, s'étant approché de la bouche du volcan, y vit que la lave avait à sa sortie l'apparence d'un fleuve de verre fondu; qu'il chariait de gros monceaux de cendres enflammées, qui se précipitaient successivement les uns sur les autres à mesure du mouvement, aux flancs de la montagne, et faisaient ainsi une cascade aussi belle que singulière.

Le 29 la montagne était assez tranquille et la lave ne coulait plus; mais le 30 elle jaillit de nouveau et prit la même direction que la première fois. En même temps, des explosions lançaient à une hauteur prodigieuse des girandoles de matières enflammées. Le 31 la coulée de lave était moins abondante que le 28; en revanche les pierres embrasées étaient lancées avec plus de force. Quelques-unes, estimées du poids de 2,000 livres, étaient lancées à une hauteur perpendiculaire d'au moins 60 mètres. Un commencement de cône s'était formé des débris retombés, et le jet des matériaux enflammés se trouvait ainsi dirigé, tandis que, auparavant, la bouche avait près d'un demi-mille (900 mètres) de circonférence, et les pierres sortant dans toutes les directions avaient blessé quelques curieux. On ne saurait, dit Ha-

milton, présenter à l'imagination un tableau du beau spectacle que nous offraient ces girandoles de pierres embrasées, qui surpassaient de beaucoup les feux d'artifices les plus surprenants.

Du 31 mars au 9 avril la lave continua de couler en deux, trois et même quatre fleuves, toujours du même côté de la montagne, sans cependant s'étendre beaucoup plus loin que dans la première soirée. Pendant ce temps, la fièvre du volcan avait des intermittences : elle passait d'une moindre à une plus grande violence ou réciproquement, et c'est après les espèces de repos que la violence prenait les plus grandes proportions.

Dans la soirée du 10 avril, un courant se fit jour du côté de la Tour-de-l'Annonciade, et celui qui se dirigeait vers Naples cessa d'être alimenté. La nouvelle bouche s'était faite au flanc de la montagne, à un demi-mille (900 mètres) du cratère. Le 12, la lave descendait comme un torrent, et des explosions violentes faisaient trembler les terres voisines, comme tremble la charpente d'un moulin à eau. A cause de sa température, on ne pouvait se tenir à moins de 3 ou 4 mètres de la lave, et cependant la matière du torrent était assez consistante pour résister à l'effort qui tendait à y enfoncer un long bâton, et ne pas céder sous des pierres lancées à tour de bras. Toutefois le fleuve marchait avec une vitesse de plusieurs mètres par minute dans le premier mille de son cours.

La rivière de feu avait 3 à 4 mètres de large près de sa source ; puis sa largeur augmentait et le courant se partageait en trois branches, qui faisaient une brillante illumination d'une étendue de 4 milles (800 mètres) de longueur, sur près de 2 milles (370 mètres) de largeur

en certains endroits. Après avoir coulé pur de mélange, pendant 60 mètres à peu près, le liquide brûlant avait entraîné des cendres, des pierres, des scories, qui, flottant à sa surface, le faisaient ressembler à un fleuve après une débâcle. Au lieu le plus éloigné de la source la lave n'était plus liquide : c'était comme un amas de charbons ardents disposés en façon d'un mur et qui, roulant de haut en bas à la partie antérieure, gagnaient progressivement du terrain. Mais la marche était devenue si lente que le parcours n'était que de 9 à 10 mètres par heure.

Cependant le volcan continuait à lancer des matériaux par sa bouche; mais au lieu de grosses pierres, ce n'étaient plus que des cendres et de petites ponces qui ne laissaient pas que de causer du dommage aux vignes. La lave coulait encore le 3 juin, et déjà la quantité de matières rejetées dans cette éruption était plus considérable que dans celle qui finit en 1760. Hamilton pensait cependant que l'éruption était à sa fin, et s'attendait à voir le volcan se calmer sous peu de jours. Ses prévisions furent trompées : l'éruption ne cessa définitivement que le 10 décembre, après avoir duré neuf mois. Les dernières coulées, se superposant aux premières, ne causèrent que très-peu de nouveaux dommages.

Éruption de 1767.

(Historiens : Hamilton, della Torre.)

Dès la fin de janvier 1767, on entendait sur le Vésuve d'affreux mugissements intérieurs, des sifflements aigus, des bruits de roches s'entre-choquant, et le cratère lançait des pierres de manière à en rendre l'approche dangereuse. Jusqu'au mois d'avril cependant on pouvait dire le volcan tranquille *relativement*. Mais alors le jet de pierres augmenta, et le sommet de la montagne devint lumineux pendant la nuit, le nuage de fumée en suspension étant éclairé par les feux intérieurs. Au mois de mai le cône adventice commença à se montrer au-dessus du rebord. Le 7 août, du pied crevassé du monticule sortit un fleuve de lave, qui remplit peu à peu l'espace situé autour de lui dans l'ancien cratère et déborda sur les flancs de la montagne le 12 septembre. Les émissions de pierres devinrent plus fréquentes et composées de blocs plus puissants. Les pierres s'élevaient, suivant le père della Torre, à près de 300 mètres. Tous ces débris augmentaient rapidement le cône adventice, que don Andrea Pigonati, ingénieur sicilien, trouva de 60 mètres en hauteur, le 15 octobre, après huit mois à peu près depuis qu'il avait commencé à se former.

La lave continua de couler en petits ruisseaux jusqu'au 18 octobre, jour où elle cessa, tandis que cependant il régnait dans le volcan une fermentation extrême, indice probable d'une éruption prochaine. Le 19 une fumée noire et dense sortait du monticule, pendant que

de grosses pierres étaient lancées à une grande hauteur. Plus tard la colonne de fumée, après s'être élevée à une grande hauteur verticale, se plia dans la direction du vent et étendit une branche horizontale jusqu'à Capri, distante de 28 milles (52 kilomètres) du mont Vésuve.

Dans la nuit du 18 au 19, la lave s'ouvrit sans bruit une ouverture du côté de la Somma, à 60 mètres environ au-dessous du cratère, et descendit dans l'Atterio del Cavallo. Hamilton, qui était à l'observer de près, entendit tout à coup, vers midi du 19, un bruit violent intérieur : la montagne s'ouvrit et un jet de liquide brûlant s'éleva à quelques mètres de hauteur. Le torrent roulait vers l'observateur et son guide, en même temps qu'une grêle de pierres ponces tombait sur eux. Les explosions de la montagne avaient des bruits plus forts que ceux des tonnerres les plus violents; une fumée noire et épaisse avait substitué au jour une nuit sombre; une odeur suffocante de vapeurs sulfureuses rendait la respiration pénible; le sol tremblait de manière à rendre l'équilibre difficile à tenir. Le guide effrayé s'enfuit et fut suivi de près par Hamilton : l'un et l'autre coururent environ l'espace de 3 milles (5 1/2 kilomètres) sans s'arrêter, craignant, aux tremblements de terre, que le sol ne s'entr'ouvrît sous leurs pas ou que des roches détachées de la Somma ne vinssent les écraser. Notre observateur rentra chez lui, où il trouva son monde tout alarmé, parce que la maison était tellement secouée qu'elle semblait devoir être jetée hors de ses fondements, à en juger par l'ébranlement des portes et des fenêtres. Vers deux heures après midi, un autre torrent s'ouvrit violemment un passage du côté opposé à la Somma, et l'em-

brasement devint aussi violent dans cette partie qu'il l'était dans l'autre, où il persista. Cependant le bruit des explosions augmentant et l'odeur sulfureuse devenant de plus en plus suffocante, Hamilton fit abandonner sa maison de campagne et se retira à Naples avec tout son monde. D'après ses conseils, la cour du roi de Naples quitta vers minuit la ville de Portici que menaçait la lave. Le torrent marchait vite, car après deux heures il avait fait plus de 5 kilomètres de chemin. Alors la rivière qui remplissait l'Atrio del Cavello avait 20 mètres de profondeur et 3 kilomètres de large en certains endroits.

Nous avons dit la violence des explosions : elles donnaient à l'air de tels ébranlements que dans le palais du roi, à Portici, plusieurs portes furent enfoncées, et à Naples même il y eut des portes et des fenêtres qui s'ouvrirent avec fracas. Indépendamment des bruits éclatants, on en entendait un autre sourd et grondant intérieurement, semblable à celui qui serait produit dans le mélange de masses d'eau et de matériaux en fusion. Ce dernier dura à peu près cinq heures pendant la nuit. Aussi la plus grande confusion régnait à Naples; l'épouvante y avait jeté tout le monde hors des habitations. On courait aux églises, on faisait des processions, on se livrait à des prières publiques.

Dans la journée du 20, les cendres disséminées dans l'air ne laissaient voir le soleil que comme on le voit au travers d'un verre noirci par la fumée. Aussi de Naples, où les cendres tombèrent en pluie pendant toute la journée, on ne pouvait juger de l'état du Vésuve. Le bruit avait presque cessé et les laves continuaient à couler des deux côtés. A neuf heures du soir les explosions et les mugissements recommencèrent; pendant quatre

heures on aurait dit que la montagne allait être mise en pièces, et en effet elle sembla s'ouvrir de haut en bas. La terreur régna de nouveau à Naples : les prisonniers, profitant de la confusion, cherchèrent à s'évader après avoir blessé le geôlier, et la populace brûla la porte du cardinal-archevêque, qui refusait de laisser sortir les reliques de saint Janvier.

Pendant la journée du mercredi 21, les bruits furent moins effrayants; c'était presque le calme, comparativement. Toutefois les laves continuaient leur course. Portici dut s'émouvoir. Heureusement le torrent, arrêté à 1 1/2 mille (moins de 3 kilomètres) de la ville, changea de direction et même ralentit sa vitesse.

Le 22, un bruit semblable à celui des jours précédents commença à se faire entendre vers dix heures et même plus violent et plus horrible encore. Rien de pareil n'avait encore épouvanté les oreilles des plus anciens du pays, et tous s'attendaient à quelque sinistre catastrophe. La pluie de cendres était à Naples d'une abondance telle qu'on devait, pour protéger ses yeux, recourir à l'emploi du parapluie. Les toits, les balcons, et même les vaisseaux en mer à vingt lieues de Naples en furent couverts. Le cardinal fut contraint par la populace de porter saint Janvier au pont de la Magdeleine qui est à l'extrémité de Naples, du côté du Vésuve. Les bruits avaient cessé, après avoir duré cinq heures, à peu près autant de temps que les jours précédents.

Le 23, on n'entendit point de bruit de Naples, et il ne tomba sur la ville que peu de cendres, mais la lave continuait à couler et le cratère à lancer d'assez grandes quantités de pierres. Le 24, le jet de pierres continuait, mais la lave ne coulait plus. Le 25, le cratère

principal envoya toute la journée sur Naples une pluie de cendres fines. Au sortir du gouffre, ces cendres formaient une colonne noire, que zigzaguaient des éclairs volcaniques fourchus très-visibles de Naples. Le 26, la fumée persistait, mais moins épaisse et sans éclairs volcaniques. Enfin, le 27, tout signe d'éruption, même la fumée noire, avait disparu.

Telle est la relation qu'a faite Hamilton de cette éruption fameuse, réputée la plus violente du dix-huitième siècle et l'une des plus violentes de celles qu'a enregistrées l'histoire. La lave avait, de sa source à la chapelle de Saint-Vito, qu'elle avait enveloppée, un parcours de 6 milles, plus de 10 kilomètres; dans l'Atrio del Cavallo et dans la vallée qui sépare l'Ermitage du Vésuve, elle avait plus de 3^{kilom},5 de largeur et presque partout une épaisseur de 20 mètres; elle avait comblé la *fossa Grande*, large de plus de 30 mètres et profonde du double. Il faut presque avoir vu pour croire qu'une aussi grande quantité de matière ait pu être rejetée en aussi peu de temps. Nous ne parlons pas des dégâts causés dans les cultures et dans les habitations : ils furent les uns et les autres considérables.

D'ailleurs, bien que Hamilton n'ait pu faire ses observations que d'un côté, il a pu connaître par les rapports des habitants des environs, que de l'autre côté on avait observé les mêmes phénomènes : bruits, grondements souterrains, éclairs volcaniques, tonnerres les accompagnant, météores volcaniques analogues à ceux qu'on appelle étoiles filantes. On a fait aussi cette remarque que les cendres du dernier jour étaient blanches presque comme la neige, et les vieillards estimaient que ce caractère indique que l'éruption touche à sa fin.

Éruption de 1777.

(Historien : Della Torre.)

Après la terrible éruption de 1767, le Vésuve ne cessa pas d'émettre de la fumée, et même il se passait peu de mois sans qu'il lançât des matériaux enflammés, et souvent ensuite il donnait un courant d'une lave pâle. Ces courants avaient leurs bouches à peu près dans la la même région du volcan et suivaient presque tous la même direction. De 1767 à 1769, on pourrait compter non moins de neuf éruptions. Dans l'une d'elles, en 1769, une pierre, ou plutôt une roche de 60 mètres cubes, aurait été jetée, dit-on, à un quart de mille, près de 500 mètres du cratère. Toutefois nous ne signalerons et nous ne classerons que l'éruption de 1777, dans laquelle les laves eurent une autre bouche et prirent une direction différente. Encore ne distinguons-nous celle-ci qu'à cause de cette circonstance très-remarquable, que de gros prismes de basalte régulièrement cristallisés auraient été vomis par le volcan. Cette circonstance, si elle est vraie, serait tout ce que l'éruption dont nous parlons offrirait qui fût digne d'être signalé. Elle ne fut pas désastreuse.

Éruption de 1779.

(Historiens : Hamilton, Della Torre.)

Moins de deux ans après l'éruption précédente, en 1779, au mois de mai, le chevalier Hamilton, alors envoyé extraordinaire d'Angleterre à la cour de Naples,

ut l'occasion d'étudier une nouvelle éruption du volcan. L'incendie apparut au sommet du cratère, et la lave coula pendant dix jours en torrents plus ou moins abondants. Hamilton se rendit sur la partie escarpée de la montagne, et y passa une nuit à faire des observations sur la marche des courants liquides qui s'échappaient par des ouvertures latérales. La lave bouillonnante, au sortir des canaux par lesquels elle se faisait jour, produisait un sifflement strident, et, lançant continuellement dans toutes les directions des matières vitrifiées et brûlantes, elle donnait lieu au pétillement et à tous les effets d'un feu d'artifice. Large de 15 à 18 mètres, le fleuve de feu coulait ensuite lentement, chargé de scories, comme une rivière qui charierait des glaçons. Le vent ayant soufflé tout à coup du torrent vers Hamilton, son compagnon d'expédition et leur guide Bartholoméo, surnommé le *Cyclope du Vésuve*, ces trois personnes furent tellement incommodées par la chaleur et les vapeurs méphitiques qui leur arrivaient, que force leur aurait été de fuir et de cesser les observations, si le guide n'eût proposé de franchir le courant. A la vérité, le conseil paraissait n'être pas d'une exécution exempte de dangers. Mais la croûte supérieure de la lave était si épaisse, elle était chargée d'une telle couche de cendres et de scories, que, dans le trajet, les observateurs en furent quittes pour une assez forte impression de chaleur aux pieds et aux jambes, sans que le poids du corps de chacun fût suffisant à faire imprimer la trace de ses pas. Il est vrai qu'on ne marcha pas, mais qu'on courut à toutes jambes pour traverser le fleuve de lave.

C'est ensuite que Hamilton, remontant vers la source du courant, observa les faits que nous avons rapportés

au début de cette relation. Il remarqua cette circonstance singulière, que les éclaboussures continuelles produites par le pétillement de la lave à sa sortie, avaient formé au-dessus de la crevasse qui servait de source, une espèce d'arche ou plutôt de dôme échancré par en bas, de 5 mètres de hauteur, qui donnait à la bouche l'aspect d'un four terriblement chauffé. De là, le torrent courait dans un canal assez régulier, compris entre des murailles dues à des scories et à des cendres, qui ressemblait à un aqueduc de construction ancienne.

Ayant ensuite monté au cratère, il y trouva, comme à l'ordinaire, un petit mont conique, qui lançait avec explosion des matières rouges et brûlantes. Il ne put, là, prolonger beaucoup ses observations, car la fumée, insupportable aux yeux, et l'odeur suffocante du soufre en combustion ne permettaient pas un long séjour dans cette station intéressante.

La lave descendit jusqu'à Portici, où elle causa d'assez grands dommages à la ville, et de plus grands encore à son territoire.

Dans une de ses visites à la montagne, Hamilton trouva quelques cristaux basaltiques, dont ceux qui étaient complets pouvaient avoir un peu plus de 2 décimètres de long. Nous avons déjà noté une particularité semblable à propos d'une éruption précédente, et déjà dans une coulée de 1632, qui alla jusqu'à la mer, on avait signalé des apparences du même fait. On ne doit pas en conclure que le basalte soit un des produits du volcan, ces prismes sont incontestablement des matériaux arrachés au sol que traverse le torrent avant d'arriver à l'atmosphère, car on sait que tout le sol inférieur est volcanique. Jamais le Vésuve n'a produit un cristal basaltique.

Seconde éruption de 1779.

(Historiens : Hamilton, Della Torre.)

L'effervescence du volcan s'était apaisée depuis six semaines au plus, lorsque, au mois de juillet 1779, se manifestèrent les symptômes d'une nouvelle activité. D'après les relations de Hamilton et du père Della Torre, cette éruption fut plus terrible encore que la précédente.

Le cône formé dans le cratère s'était tellement accru par les déjections des quatre dernières années, qu'il avait acquis une hauteur de 50 mètres. Une partie de ce monticule étant tombée dans l'abîme, on pouvait, en usant de précautions, aller au bord du gouffre et en sonder du regard la profondeur. Il avait l'apparence d'une vaste fournaise, dont les murailles intérieures paraissaient être d'énormes piliers, fortement cuits et criblés de trous.

Pendant tout le mois de juillet 1779, on avait entendu des bruits sourds, des mugissements, des tonnerres dans les entrailles du volcan. En même temps la fumée jaillissait en montagnes serrées, par l'ouverture du cratère, et de temps à autre, des cendres rougies et des scories étaient lancées à une grande hauteur, et présentaient dans la nuit le plus beau feu d'artifice imaginable. Notons en passant que les matières volcaniques lancées paraissaient noires pendant le jour et de feu pendant la nuit. C'est sans doute cela qui a fait et accrédité l'erreur populaire que les volcans sont plus violents pendant la nuit que pendant le jour. A la fin du

mois, les phénomènes précurseurs augmentèrent tellement en intensité, que le sommet de la montagne semblait porter une immense colonne de feu, ombrée en divers endroits par une fumée que pailletait une multitude de points étincelants et mobiles dus aux scories enflammées. Toutefois, comme nous le disions tout à l'heure, le spectacle était tout différent vu de jour de ce qu'il était la nuit : de jour, la fumée paraissait blanchâtre et sillonnée de points noirs; la nuit, la fumée paraissait une flamme claire dans laquelle couraient des paillettes étincelantes.

Dès le 19 juillet, des matières enflammées, lancées par la cime, arrivaient jusqu'aux vallons inférieurs; un faible courant de lave s'était épanché et coula avec intermittence jusqu'à la fin de ce mois. Le 1er août, deux bouches latérales s'ouvrirent sur le penchant de la montagne du côté de Naples, et formèrent deux courants de feu qui, se dirigeant vers Résina, ne s'arrêtèrent que le 5.

Le 3 août, un bruit intérieur, semblable à une décharge d'artillerie, venait de se faire entendre, lorsqu'on vit déboucher, aux deux tiers de la hauteur du mont, quatre ou cinq ruisseaux de feu qui serpentèrent sur les flancs. Néanmoins la matière bouillonnante se mit à s'élever de nouveau dans le cratère, et le 4, elle s'épancha par dessus le sommet, en un fleuve abondant qui couvrit et absorba les ruisseaux dont nous venons de parler.

Vers les 2 heures de l'après-midi du 5, l'agitation du volcan devint extrême. Hamilton observait de sa maison de campagne située au Pausilippe, dans la baie de Naples, en face et à 6 milles, 10 à 11 kilomètres, à

vol d'oiseau du Vésuve. Une nouvelle bouche s'était formée du côté d'Ottajano, qui donna d'abord des vapeurs si denses et si noires, qu'on ne pouvait distinguer les objets à 3 mètres de distance, et si infectes que tous les alentours en furent empestés. La fumée sortit ensuite plus rapide encore, et bientôt la montagne fut surmontée d'un amas de nuages d'une blancheur éclatante, qui constituaient une masse quadruple de celle de la montagne elle-même. Puis, au travers de ces nuées, c'étaient des pierres, des scories, des cendres, en quantité inimaginable, qui s'élevaient à une hauteur prodigieuse, les zébrant de lignes noires dans toutes les directions. A la nuit, l'amas de nuées prit encore la couleur du feu, et les zébrures, noires dans le jour, devinrent des traits de l'éclat le plus brillant. Toute la montagne et les lieux environnants furent enveloppés de la plus éclatante illumination. Alors la lave bouillonnante s'épancha de nouveau par dessus les bords du cratère, du côté de la Somma, et le torrent embrasé, qui se précipita vers le vallon, vint ajouter encore à la féerie du tableau.

Dans la journée, les villes Somma et Ottajano reçurent une pluie serrée de cendres menues et encore rouges, en même temps qu'il y tomba de longs filaments qui ressemblaient aux fils du verre artificiel en fusion. Le thermomètre avait beaucoup monté, et il s'était fait une obscurité qui ne permettait pas de distinguer les objets à quelques mètres de distance. Les vapeurs sulfureuses suffoquèrent plusieurs oiseaux dans leurs cages, et les feuilles des arbres du voisinage furent couvertes d'une matière blanche très-corrosive.

C'est vers deux heures de l'après-midi de ce même

jour, que plusieurs habitants de Portici virent un globe extraordinaire de fumée, d'un très-grand diamètre, qui, parti du cratère du Vésuve, alla se briser contre la Somma, laissant à sa suite une longue traînée blanche. « J'aperçus clairement, dit Hamilton, cette traînée qui dura quelques minutes, mais je ne vis pas le globe lui-même. »

Le lendemain 6, l'action volcanique s'était beaucoup affaiblie; cependant on entendit vers midi un fracas si considérable vers le haut de la montagne, qu'on put croire que le cône volcanique nouvellement formé, depuis 1767, avait été brisé par une explosion. Il n'en était rien cependant, et les choses étaient restées dans le même état apparent, lorsque, au milieu de la nuit du samedi 7 au dimanche 8, la fermentation du volcan prit un caractère très-violent, et la lave recommença à s'écouler, et du sommet et des bouches latérales. Alors un énorme nuage vint se fixer au sommet de la montagne, qui lança vers lui comme des éclairs et des aigrettes électriques : c'était un spectacle analogue à celui que présentent certaines aurores boréales. Les reflets de la lave et de la gerbe qui couronnait le cratère, teignant la nuée en rouge de sang, les Napolitains se mirent à s'en effrayer beaucoup, et, en effet, la journée du 8 réalisa leurs craintes. Cette journée, comme nous allons le voir, est célèbre parmi les plus désastreuses que l'on doit au Vésuve.

Dès le matin du 8, une grande violence d'action à l'intérieur du volcan était annoncée par des bruits retentissants et par des soubresauts du sol. La mer elle-même, très-agitée, était successivement comme chassée de ses rives, puis fortement attirée vers ses côtes, qu'elle dé-

passait, envahissant plus ou moins les rivages. Puis bientôt le cratère lança d'énormes pierres rougies, qui roulaient jusqu'au pied de la montagne, et l'éjection dura jusque vers le milieu de la nuit. Alors les tremblements de terre cessèrent et la mer devint calme. Mais une nouvelle gerbe de feu se montra au sommet de la montagne; elle devint progressivement si considérable, et elle était si éclatante, qu'à la distance de 10 kilomètres on pouvait lire et même on distinguait les petits détails des objets. A une heure et demie de la nuit, après d'effroyables mugissements, une fumée noire substitua la nuit au jour artificiel de la gerbe, puis de nouveau le feu apparut. La montagne s'était ouverte en une bouche immense, qui vomit des vapeurs puantes, des pierres embrasées, au milieu d'une autre gerbe de feu, qui s'élevait à près de 6 kilomètres au-dessus du niveau de la mer. Tout le volcan ne paraissait alors qu'un globe enflammé de $4^{\text{kilom}},5$ de diamètre, dont le pôle supérieur lançait des éclairs, qui sillonnaient en tous sens de leurs brillants zigzags et la gerbe de feu et la colonne de fumée. Des pierres de plus d'un mètre cube, lancées dans l'air, mettaient 25 secondes à tomber dans le vallon de la Somma, qui en fut presque comblé. L'incendie embrasa tout à coup les broussailles et les bois d'alentour, ceux d'Ottajano en particulier; ceci mit le comble à l'épouvante qui s'était emparée des esprits. Aussi tous les chemins se couvraient de malheureux, perdus de peur, qui couraient, tournant le dos au foyer, emportant leurs enfants et ce qu'ils avaient de plus précieux. Vers trois heures et demie, le bruit cessa, et de toute la brillante fantasmagorie il ne resta qu'une légère illumination, qui permettait de voir très-peu changée la

masse morne du Vésuve, bien qu'on eût pu la croire fracassée par les désordres précédents.

La masse de fumée noire dont il a été question dans la relation précédente, avait semblé un instant vouloir se porter sur Naples et la menacer de ses feux électriques. Alors l'effroi s'empara des habitants : tous les divertissements cessèrent, on ferma les théâtres et on se précipita dans les églises, puis des processions nombreuses se formèrent dans les rues. Cependant, comme le danger semblait devenir plus menaçant, la peur, poussée à son extrême limite, devint de la fureur. Des enfants éplorés, des femmes échevelées, des hommes furieux, criaient avec toutes sortes de menaces qu'il fallait opposer saint Janvier à la rage du volcan. « En un mot, dit Hamilton, cette grande ville montrait le mélange d'esprit de sédition et de bigotisme qui caractérise ses habitants. » Mais le vent ayant changé de direction au moment où le nuage allait atteindre la ville, le calme se rétablit.

Le lendemain 9 vint éclairer les malheurs de la nuit : ils étaient affreux. Ottajano avait été écrasée et brûlée en grande partie ; toute la plaine de Cassis-Bella n'offrait que des amas de décombres ensevelis sous la cendre ; la terre était jonchée de cadavres d'hommes et d'animaux. On rapporte que sous le vent les cendres furent portées à près de 100 kilomètres, et qu'à Grotta-Minarda, ainsi qu'à Monte-Fusco, il était tombé des pierres de plus de 60 grammes. Les habitants d'Ottajano racontèrent que, pendant la pluie de feu qui détruisit leurs maisons, il tombait des pierres qui avaient 2, 3 et jusqu'à 8 mètres cubes.

Le 9 et le 11 il y eut des explosions et des éruptions

presque aussi violentes que dans la nuit du 8 au 9 et à peu près continues. Le 12, dans la matinée, la montagne eut des secousses terribles, accompagnées d'un grand fracas ; le 13 on n'apercevait plus que le reflet de l'incendie intérieur sur les nuages qui dominaient le cratère ; le 14 on ne voyait que des amas de fumée noire s'échappant du gouffre. Cependant le volcan ne rentra pas immédiatement dans le calme : il continua de fumer jusqu'à la fin du mois de septembre, et en octobre on ressentit plusieurs tremblements de terre précédés et quelquefois accompagnés d'explosions violentes dans l'intérieur de la montagne ; mais on n'eut plus à déplorer de nouveaux désastres.

Éruptions des années 1783 à 1790, et éruption mémorable de 1794.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

Entre l'éruption dont nous venons de parler et celle dont nous allons dire les détails, il y en eut plusieurs autres, qui n'offrent pas de circonstances bien dignes d'être signalées. Ce sont les événements du 18 août 1783, de la fin de décembre 1784, de 1785, du 31 octobre 1786, du 24 décembre 1787, du 19 juillet 1788, du 6 septembre 1789, et enfin de 1790. Nous passons donc de suite, sans autre transition, à la mémorable éruption de 1794.

Ainsi c'est après quinze années d'une faible activité, marquée çà et là de quelques faits sans grande importance, qu'arriva l'éruption qui porte la date de 1794, dont les signes précurseurs succédèrent à sept mois

d'un calme extraordinaire. Cette éruption est fameuse entre toutes par les désastres qu'elle a causés, et restera particulièrement mémorable pour le tort qu'elle fit à Torre del Greco. A sept fois déjà les laves du Vésuve avaient abîmé cette ville industrieuse, et toujours elle s'était relevée de ses ruines sur ce sol trompeur. « Les anciens édifices, dit Léopold de Buch, ne sont pas recouverts de moins de 30 pieds de laves, et quelques-uns, résistant à l'énorme pression, se sont maintenus sans s'écrouler. Des étages se sont élevés au-dessus des étages enfouis sous la lave; et il a été souvent possible aux habitants d'utiliser les anciennes constructions en en faisant des caves et en superposant les nouveaux murs aux anciens. »

Dans le commencement de juin 1794, les eaux baissèrent tellement à Torre del Greco qu'elles suffisaient à peine à faire marcher le moulin à blé de la grande source. Le niveau des puits s'était mis à baisser progressivement, de façon qu'on était obligé d'allonger sans cesse les cordes, et même il y en eut qui tarirent tout à fait. A la même époque, un homme et deux jeunes garçons, qui se trouvaient dans les vignes sur la pente du mont, là où s'ouvrit plus tard une bouche, furent fort effrayés par des bouffées de vapeur qui sortirent de terre tout près d'eux avec une faible explosion. Puis à Résina on distingua, à la suite de fortes averses, un bruit souterrain assez fort.

Les choses en étaient là, lorsque le 12 juin dans la nuit on ressentit dans le voisinage du volcan et jusqu'à Naples une secousse de tremblement de terre. Toutefois les craintes excitées semblèrent ensuite ne pas devoir se réaliser; car, jusque dans la soirée du 15, aucun nou-

veau phénomène n'était venu les raviver. Mais alors, vers dix heures, une nouvelle secousse se fit sentir plus violente que la première. Une gerbe du feu le plus brillant, de flammes d'une hauteur extraordinaire, apparut bientôt, en même temps que s'élancèrent d'abondantes fumées noires qui prirent la forme décrite par Pline. Puis, au milieu de craquements inouis, il se fit à la base occidentale du cône une ouverture de 2379 pieds anglais de long sur 237 de large, par laquelle s'élança un vaste torrent de laves. Presque en même temps apparurent quatre éminences distinctes composées de débris de laves, et du pied de chacune jaillit un torrent de matières tellement fluides qu'on aurait dit des sources de feu flambant. De Torre del Greco on voyait la fureur jusqu'alors inconnue de ces jets, et la réflexion sur la mer alors paisible faisait un éclat que l'œil avait peine à supporter.

On comprend avec quel intérêt Portici, Résina et Torre del Greco suivaient les allures du torrent. On le vit prendre sa course vers les deux premières villes. Les habitants de la Tour du Grec, joyeux de la perspective de n'être pas atteints, s'assemblèrent dans les églises pour remercier Dieu de leur délivrance et prier pour leurs infortunés voisins si fort menacés. Mais à peine étaient-ils agenouillés qu'on vint leur apporter la nouvelle que le courant changeait de direction et se portait vers leur cité. En descendant la pente, le fleuve de feu s'était en effet divisé en trois branches, l'une se dirigeant vers Sainte-Marie del Pugliano, la deuxième vers Résina, et la troisième sur Torre del Greco. C'est qu'aussi la coulée de lave s'était considérablement accrue en abondance : des seize bouches alignées, à partir

d'une hauteur de 1520 pieds au-dessus du niveau de l
mer, sur une longueur de 2 1/2 kilomètres, sortaien
autant de sources, qui alimentaient le fleuve principal e
les trois branches qu'il formait. Aussi la Tour du Gre
fut si rapidement entourée que les habitants épouvanté
ne prirent que le temps de se réfugier sur les toits d
leurs maisons. Cependant le bourg échappa, ce jour-là
à l'incendie qui semblait inévitable et à une destructio
totale qu'on pouvait croire imminente.

Les tremblements de terre avaient pris un tel caractère de violence que le sol ondulait dans toute la Campanie, et que jusqu'à Naples des portes et des fenêtres étaient arrachées de leurs gonds, les sonnettes agitées, les cloches des églises mises en branle. C'était un mouvement et un tapage continus, qui s'ajoutaient au bruit sourd, à d'effroyables mugissements, à un tonnerre retentissant, dont le siége était dans les entrailles du sol. Puis on voyait des serpents de feu qui se tordaient sur les flancs noirs du mont et semblaient se diriger vers la ville. Aussi la terreur jeta des maisons dans les rues et sur les places publiques une foule désespérée, qui se livrait au plus lamentable concert de cris, de gémissements, de supplications. Et l'horreur du tableau s'accroissait encore de la nuit que faisaient toute sombre des nuages noirs massés au-dessus de l'horizon, dont l'épais rideau ne laissait passer aucun rayon de la lune, bien qu'elle fût dans son plein. Les malheureux, ne voyant aucun moyen de fuir le danger qu'ils croyaient pressant, se mirent à faire des processions solennelles d'une paroisse à l'autre, avec croix et bannières. Bientôt le peuple, en proie à un trouble croissant, se mit à entrer en fureur et exigea violemment que l'on portât

saint Janvier, le miraculeux patron de Naples, en face du mont pour qu'il le sommât de mettre fin à ses fureurs.

Le jour suivant, le 17, la montagne s'ouvrit du côte opposé, en face d'Ottajano, en une longue crevasse, d'où jaillit un torrent de laves, s'élançant avec une rapidité excessive vers une forêt qui fut entièrement brûlée : il s'arrêta, après avoir fourni une course de 5 1/2 kilomètres, sans cependant avoir atteint les cultures. Dans la même journée, le Vésuve s'ouvrait à mi-côte du côté du sud-ouest, et du gouffre sortit un torrent de 1127 pieds anglais de large. Alors encore les habitants de Torre del Greco purent pendant quelque temps se croire à l'abri du fléau, le cours se dirigeant plus à l'ouest; mais la lave remonta vers le nord et atteignit la malheureuse cité. Elle s'avança même à plus de 300 pieds au delà, pour se précipiter dans la mer, où elle produisit des sifflements affreux, couvrant la surface des eaux, rendues bouillonnantes, d'une multitude de poissons morts.

C'est la branche la plus considérable qui s'était portée sur Torre del Greco, qu'elle traversa par le milieu : presque toutes les rues en furent encombrées et la ville à peu près tout entière fut incendiée et bouleversée; palais, églises, maisons s'écroulèrent avec fracas. Les 18,000 habitants, abandonnant leur fortune, leur avoir, cherchèrent un refuge à la côte ou sur la mer. Heureusement tout le monde put se sauver, à l'exception de seize personnes vieilles ou infirmes, qui restèrent dans l'incendie. On n'eut le temps de sauver du désastre ni les marchandises ni la plupart des objets précieux.

Douze heures après l'irruption de la lave, alors qu'elle

se mouvait encore, quelques milliers d'hommes cherchaient les ruines de leurs maisons, marchant sur une croûte solide, mais chaude, obligés de franchir ou de tourner çà et là des amas de scories, dont la hauteur moyenne de 12 pieds s'élevait parfois jusqu'à 40. Çà et là aussi, ils voyaient s'élever les sommités des bâtiments restés debout que le torrent avait englobés. On conçoit combien ce devait être un spectacle navrant d'angoisse et d'horreur!

Dans la matinée du 18, Résina et d'autres lieux au pied du volcan furent secoués par une violente commotion du sol : une grande partie du rebord du cratère du côté de l'est s'était abîmée dans l'intérieur. Alors de l'embouchure agrandie du gouffre s'élancèrent des nuages d'une vapeur ou d'une fumée tellement dense qu'elle semblait s'élever avec peine dans les airs. Après quelques heures ils formaient au-dessus du Vésuve une colonne d'une hauteur et d'un diamètre gigantesques, de couleur sombre, traversée par de nombreux éclairs. La masse noire semblait menacer Naples, qui s'en effraya; mais une saute de vent survint et, les nuages prenant une autre direction, l'effroi fut calmé. Vers midi de ce jour l'obscurité était si profonde qu'on pouvait à peine se diriger sur la grande route, même avec des flambeaux. C'est aussi qu'après même le déplacement du nuage, une pluie de cendres, qui durait depuis plusieurs heures déjà, ne cessa pas de tomber sur les environs du Vésuve et sur Naples. Au pied du volcan il y avait presque partout une couche de 12 pouces d'épaisseur et en quelques endroits on en mesurait 10 pieds. Les cendres avaient brûlé les feuilles des vignes sur les coteaux, enseveli même quelques vignes; des branches d'arbres étaient

rompues sous la charge qu'elles en avaient reçue. des troncs entiers avaient été courbés et tordus. Les maisons, les riches plantations de ces parages en étaient couvertes; les rues en étaient obstruées; puis, les vents les dispersèrent sur une bonne partie de la Campanie.

Le 22 juin, après une progression rapidement décroissante dans l'intensité des phénomènes. la fureur de l'éruption était grandement diminuée. et enfin le 2 juillet le Vésuve donna son dernier nuage sinistre.

Éruptions de 1799, 1802-1803, et double éruption de 1804.

(HISTORIENS : *Mémoires académiques.*)

On pourrait presque dire que le volcan s'endormit pour dix ans et ne se réveilla qu'en 1804; car les événements de 1799, 1802 et 1803 n'ont presque pas eu d'importance et pourraient être considérés comme les dernières étincelles d'un feu mourant.

Le Vésuve donc était arrivé à un état de calme profond. Le 22 mai 1804, un bruit sourd et violent fut suivi d'une secousse qui fit trembler toute la moitié supérieure de la montagne. Une noire et épaisse fumée s'éleva du cratère demeuré à l'état d'un abîme presque insondable. Peu à peu le fond du cratère monta, en même temps que trois cônes qui s'y étaient formés et qui avaient rempli presque entièrement la chaudière. Puis, après deux mois écoulés à la suite des premiers faits, un soulèvement de la côte dans le voisinage de Torre del Greco fit que la mer se retira. Tels sont les seuls phénomènes à signaler sur cette éruption. qui ne fut guère du reste qu'un prélude à la suivante.

Des tremblemeets de terre s'étaient mis à agiter le sol et une fumée plus abondante couronnait le Vésuve, lorsque commença, le 11 août, la deuxième éruption de 1804. L'ermitage de San Salvador et les localités voisines de la montagne furent épouvantés par un horrible fracas, en même temps que l'agitation violente du sol se faisait sentir jusqu'à Résina. Dès le matin du 12, le cratère lança une fumée abondante, noire et épaisse, dont le volcan fut bientôt tout enveloppé. Aussi, lorsque le soleil s'éleva au-dessus de l'horizon derrière ce voile peu transparent, sa lumière passa par toutes les nuances du rouge, du brun et du jaune, avant de prendre son éclat accoutumé. L'émission de fumée dura tout le jour, et sur le soir des explosions furent entendues jusqu'à Naples. Alors un jet rapide de feu s'élança de la montagne, paraissant entraîner des pierres et des scories embrasées, qui retombaient dans le cratère ou sur les flancs du cône. On ne s'imaginerait qu'avec peine la rapidité de succession des matières volcaniques vomies par le gouffre; il semblait que toute la masse de la montagne devait sortir par son sommet. Quant au bruit des explosions, on s'en fera une idée en supposant réunis les détonations des batteries d'une flotte nombreuse, les cris des vents les plus impétueux, les mugissements des flots et les éclats du tonnerre dans une effroyable tempête.

L'éruption persista pendant plusieurs jours avec ce degré de violence, et toujours au milieu d'explosions formidables. Le 28 août, un nouveau gouffre s'ouvrit du côté de l'est et vomit aussi du feu et des pierres. Le 29, un torrent de matière semblable à du verre fondu s'épancha du cratère, courant vers le sud-est-sud; il attei-

gnit la base le 30, après avoir parcouru en moins de vingt-quatre heures une longueur de 1 kilomètre. Ce torrent dévastateur avait dans sa largeur moyenne 215 mètres, et dans sa plus grande largeur 280 mètres. Toute la région inondée était couverte de flammes, ce qui faisait un spectacle aussi beau que terrible. Après s'être divisé en quatre branches, le torrent s'arrêta court à la Retraite du Guide. La moyenne de sa vitesse dans tout son parcours fut de 30 mètres par heure. La source de la lave ne tarit que le 23 novembre.

Éruption de 1805.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

Annocée par des bruits souterrains antérieurs, l'éruption dont nous allons nous occuper se manifesta le 12 août 1805, un an et un jour après le commencement de la précédente. Une abondante pluie de feu inspira tout d'abord aux habitants de la Tour-du-Grec la crainte d'avoir le sort de Pompéi, dans l'éruption de l'an 79; ils abandonnèrent leurs maisons pour se sauver dans les campagnes. La lave jaillit du sommet, prenant le chemin de celle de 1794, et se divisa en deux courants : l'un, prenant la grande route, déracina et détruisit tous les arbres, incendia et démolit toutes les maisons qu'il rencontra; l'autre, prenant la route de Portici, menaçait cette ville d'une entière destruction, lorsqu'il dévia pour se porter vers le premier bras. Les deux courants réunis accumulèrent, sur un vaste espace, de la lave bouillonnante et enflammée; puis le lac de feu qu'ils avaient formé s'écoula vers la mer, où la matière solidifiée

forma une espèce de promontoire. Qu'on se figure, si on le peut, le bouillonnement et les sifflements qui durent se produire, au contact de cette matière à température si élevée avec la masse des eaux du golfe. Cette éruption, qui, dès l'origine, avait montré d'assez grandes proportions, ne dura heureusement qu'un petit nombre de jours. Aussi peut-on dire qu'elle fut terrible eu égard aux désastres qu'elle produisit pendant une action de si peu de durée.

Éruption de 1806.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

Moins d'un an après, à la suite des avant-coureurs ordinaires, un embrasement plus terrible du Vésuve inaugura ses débuts par la plus puissante des illuminations. Une flamme de 200 mètres de hauteur s'élevait au-dessus de la montagne, puis retombait pour s'élever de nouveau et retomber encore. Il en résultait une lumière si éclatante et si vive, qu'on pouvait facilement, pendant la nuit, lire une lettre à 4 kilomètres à la ronde autour de la montagne. Cependant les secousses du sol au début avaient cessé et ne s'étaient plus renouvelées, lorsque, le 1er juin, trois courants de lave coulèrent de trois ouvertures très-rapprochées qui s'étaient faites à 210 mètres à peu près au-dessous du sommet. La flamme se dirigea vers la Tour-du-Grec et l'Annunciada, et, suivant la route de Naples à Pompéi, menaça Portici. Pendant toute la journée du 2, on entendit un bruit semblable à des décharges de mousqueterie et d'artillerie entre deux grandes armées en présence et aux prises; par intervalles c'étaient aussi de

fortes détonations semblables aux éclats d'une foudre sans écho, qui accompagnaient des jets d'une longue flamme et des éclairs. La lave continuait à couler, anéantissant les vignes, les arbres, les maisons qui se trouvaient sur son chemin. Ayant rencontré un mur assez solide pour résister, elle passa par dessus, formant une cascade d'un effet merveilleux. Pendant les journées du 3 au 7, les territoires de Portici, de Résina, de la Tour-du-Grec furent inondés d'une pluie de cendres, à laquelle s'ajouta, le dernier jour, la chute d'une boue infectée de matières sulfureuses. Lorsque, le 1er juillet, on put se hasarder à visiter la montagne, on reconnut que l'ancienne bouche éruptive avait été remplacée par une autre plus orientale, dont le diamètre et la profondeur étaient de près de 200 mètres. Les plus hardis, descendant jusqu'à moitié de cette profondeur, purent, de là, contempler à leur aise la lave qui bouillonnait au fond, comme le verre dans une verrerie. L'éruption cependant continua et ne prit fin qu'au mois de septembre.

Éruptions de 1806 à 1816.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

Il y eut, dans les années 1808 jusqu'à 1814 inclusivement, des éruptions de deuxième ou de troisième ordre, qui, pour la plupart, n'embrassaient point toute l'étendue du cratère, et dont aucune n'offre de phénomènes dignes d'être signalés. En 1816, une nouvelle éruption, de même ordre que les précédentes, offre cependant une circonstance dont nous devons faire men-

tion. L'observation est due à Monticelli, à qui nous l'empruntons. « Une colonne de lave, dit-il, de 5 pieds de diamètre, s'élança d'une des bouches de flammes et s'éleva à 35 pieds de hauteur. Cette colonne, d'ailleurs creuse à l'intérieur, ajoute-t-il, persista pendant trois jours debout au-dessus de l'ouverture du cratère, où elle finit par s'abîmer, et pendant toute sa durée il en jaillit de la cendre, du feu, des pierres. » Nous nous bornons à cette citation.

Éruptions de 1817 à 1819.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

L'année suivante, 1817, fut signalée par une grande éruption, dont les récits ne mentionnent guère de faits particuliers que les suivants : des laves émises, il se dégagea une telle quantité de gaz, qu'aux lieux où le courant se fit jour dans l'Atrio-del-Cavallo, il en est résulté des cavernes en façon d'allées couvertes, où un homme pouvait marcher debout, sans être obligé de se baisser. Puis, à la suite de cette éruption, le Vésuve continua de donner des signes d'une agitation continue, qui fit subir à la partie supérieure du cratère les changements de forme les plus variés. Des bouches, ouvertes pendant des temps plus ou moins longs, lançaient des sables, des scories, et ces matériaux formaient en retombant des cônes tronqués, plus tard transformés par les mouvements du sol en collines arrondies. C'est ainsi que les faits de 1817 furent reliés à ceux de 1818 et de 1819, éruptions qui, d'ailleurs, n'offrent rien de remarquable.

Éruption de 1820.

(Historiens : Chrétien VIII, Humphry-Davy, *Mémoires académiques*.)

Nous avons, sur l'éruption de 1820, quelques observations consignées dans des notes de deux visiteurs célèbres, Chrétien VIII, roi de Danemark, et Humphry-Davy, qui gravirent le Vésuve, le 28 janvier de cette année 1820. Depuis longtemps le volcan n'avait été animé d'une activité aussi prolongée et aussi vive qu'alors. Pendant treize mois la lave ne cessa de couler en torrents. Dans leur ascension, le savant et le roi observèrent, à la surface d'un torrent et dans le sens de sa direction, des masses sphéroïdales de quelques palmes de diamètre, qui se suivaient, flottant avec la plus grande facilité. La légèreté spécifique de ces corps donne à croire que c'étaient des espèces de ballons, composés d'une substance gazeuse emprisonnée par de la lave à un état à peu près gazeux, et formés d'une manière analogue à celle des bulles sur une eau savonneuse dans laquelle on insuffle de l'air. Ailleurs, un torrent enflammé se précipitait d'une muraille élevée, formant une large et brillante cascade; puis le courant passait sous d'énormes déjections refroidies, comme l'eau sous les arches d'un pont, et c'est sans doute à une semblable circonstance qu'est due la forme de câble roulé qu'affecte en quelques endroits la lave refroidie.

Dans la nuit du 13 au 14 février de la même année, une puissante illumination projeta sa lumière éblouissante au-dessus et à l'entour du cratère; bien qu'on ne vît pas les flammes, c'était néanmoins le reflet de l'in-

cendie allumé dans les abîmes de la montagne. Dans les nuits qui suivirent, le phénomène lumineux ne fit que croître en intensité, jusqu'à ce que, pour conclusion, il se produisit de violentes éjaculations de scories enflammées, accompagnées des bruits ordinaires. C'est le 29 février que la montagne se montra dans toute son affreuse majesté; alors commencèrent les écoulements laviques, succédant à une pluie de cendres si continue et si abondante, qu'en plein jour, les Apennins paraissaient tout noirs.

Première éruption de 1822.

(Historiens : *Mémoires académiques.*)

L'année 1822 est signalée par deux éruptions du Vésuve, l'une dans les premiers mois, l'autre au mois d'octobre et dans les mois suivants. Le 7 janvier, le bas de la montagne s'ouvrit par une bouche de 30 pieds de diamètre, qui, pendant quelques jours, produisit des déjections de scories et lança quelques masses dans les airs. Mais à partir du 11 février, le foyer se porta vers le cratère principal, qui se mit à vomir, en même temps qu'une fumée épaisse et abondante, des fragments volumineux de lave et de scories. Dès lors de continuelles détonations accompagnaient de violentes secousses du sol; mais c'est le 22 février que les explosions se firent dans une proportion telle, qu'on dut les regarder comme le signal d'une catastrophe prochaine. Et, en effet, dans cette journée même, le cratère se prit à vomir un torrent de laves, qui se précipita du côté de Résina, formant une cascade magnifique dans son passage par-de-

sus la barre que lui opposaient les déjections de 1810. La lave atteignait presque la plaine le 24, et avançait toujours, lentement, il est vrai, à peine d'un demi-pied par minute. Toutefois la source du feu cessa brusquement le 28 d'alimenter le torrent, et en même temps cessèrent aussi tout à coup tous les symptômes de l'éruption. Ce n'était qu'un repos momentané, qui fut bientôt troublé par de violents phénomènes de mouvements, se succédant avec une rapidité telle qu'on put craindre que la montagne fût brisée par les secousses. Alors la cendre lancée au dehors, au lieu de la teinte gris clair qu'elle affecte d'ordinaire à la fin d'une éruption, conservait cette teinte brune qui dit que la catastrophe n'est pas arrivée à son terme. Aussi les phénomènes d'activité se continuèrent-ils pendant tout l'été, et peuvent être considérés comme une espèce de trait d'union entre la première éruption de l'année et celle dont nous allons faire l'histoire.

Deuxième éruption de 1822.

(Historiens : Leonhard, *Archives académiques italiennes.*)

« Cette éruption, disent de savants observateurs dans « un rapport au gouvernement, déposé aux archives, « cette éruption est l'une des plus effrayantes de toutes « celles que nous présentent les annales du Vésuve. La « matière volcanique arrivait si abondante que la capa- « cité du volcan ne pouvait la contenir. Bientôt toute la « montagne, de son sommet à sa base, ne présenta « qu'une masse de feu, au point de faire supposer qu'elle « s'anéantissait complétement. Alors la pente sud du

« cône vers la Somma se fendit et s'ouvrit dans toute sa « longueur, et trois bouches ignivomes se déclarèrent, « comme superposées dans un même plan vertical. Ces « bouches vomirent une abondante traînée de laves, que « les hauteurs du flanc de la Somma firent se diriger vers « Tre-Case; mais, arrivée au pied de la montagne, cette « traînée se jeta tout à coup du côté de la maison du « prince d'Ottajano où jusqu'alors aucune coulée n'était « venue et que celle-ci même, heureusement, n'atteignit « pas. Malgré cet écoulement considérable, le feu du « sommet ne se ralentit cependant pas, bien au con- « traire. Le cratère supérieur qui, peu avant cette érup- « tion, mesurait 6523 pieds de circonférence, s'affaissa « dans l'intérieur, sembla étouffer le feu durant quelques « secondes; mais bientôt l'activité volcanique redoubla « d'efforts et un nouveau cratère s'ouvrit au sommet. « Les canaux intérieurs s'étant obstrués et la violence « s'accumulant contre les résistances, la montagne se « fendit dans tout son contour, excepté du côté de la « Somma, et deux bouches s'ouvrirent aux extrémités « de cette fente, comme aux extrémités d'un même dia- « mètre. De ces bouches découlèrent deux fleuves de « laves, l'un à l'est du côté d'Ottajano, qu'il menaçait de « détruire, l'autre à l'ouest vers Torre del Greco, qui en « fut presque entièrement couverte. Ce fleuve se divisa « en plusieurs branches, qui menacèrent Résina et Por- « tici... »

Mais reprenons à son commencement l'histoire du fait.

Aux premiers jours d'octobre 1822 quelques secousses de tremblements de terre semblaient avoir leurs siéges de plus en plus rapprochés du Vésuve; puis de fortes détonations furent entendues, qui changèrent presque en

certitude la conjecture que le volcan allait entrer ou entrait dans une période d'activité. Aussi on remarqua le 20 octobre que les puits, les fontaines, les ruisseaux des environs du volcan étaient à sec, phénomène qui ne se manifeste pas toujours, mais auquel, quand il se manifeste dans ces proportions, on attribue le caractère d'un avant-coureur qui précède de peu les faits d'explosion. Dans la matinée du 21 cependant, rien de bien extraordinaire ne se remarqua, si ce n'est que, par un ciel serein, un temps calme et avec un vent à peine sensible, la baie de Naples moutonna d'abord fortement, puis fut en tourmente. C'est sur les deux heures de l'après-midi que commença réellement l'action. Alors, à la suite d'une violente détonation, apparut un jet rapide de fumée noire qui s'élança dans les airs en colonne immense et dont le sommet, retombant de tous côtés, figura bientôt ce gigantesque pin d'Italie décrit par Pline, à l'occasion de l'éruption de 79. Après un peu plus d'un quart d'heure d'immobilité dans sa station verticale, le tronc de l'arbre géant s'inclina du côté du couchant, et la baie fut toute couverte de cendres et voilée par la fumée. Cependant la lave s'élevait en bouillonnant et couronna bientôt le cratère d'un hémisphère embrasé, qui creva et s'élança impétueusement par l'échancrure occidentale, sans attaquer quelque autre partie du sommet. L'écoulement n'eut pas d'interruption jusqu'à la nuit et forma sur le bourrelet, dans le prolongement à droite du Canteroni, une véritable mer de feu. De nouvelles masses de matières embrasées survenant encore, cette mer finit par déborder en divers torrents, qui menacèrent Résina, mais dont aucun n'atteignit cette ville.

A dix heures du soir commença une trève à l'écoule-

ment des laves par le cratère. Une heure après s'élança tumultueusement une autre colonne de fumée plus intense et plus forte que la première; mais celle-ci s'abattit dans la direction de Bosco-Tre-Case et de Bosco-Reale et couvrit ces régions de cendres et de fumée. Pendant toute la nuit la bouche méridionale seule lança une quantité de scories, de pierres, de lapilli telle que la plaine en fut couverte. Les habitants des lieux menacés s'enfuyaient de toutes parts, dans le désordre de la plus grande terreur, lorsque, vers quatre heures du matin, tout rentra dans le calme d'un repos trompeur. Deux heures après, sur les six heures du matin, le volcan reprit toutes ses fureurs. Alors des deux côtés, à l'occident et au sud, ce fut une succession non interrompue de détonations et de projections de matières qui ravagèrent les environs. Toutefois c'était le côté occidental qui pendant toute la matinée l'emportait en violence sur le côté méridional, tandis que dans l'après-midi ce fut celui-ci qui prit le dessus.

La journée du 21 avait été terrible; mais celle du 22 le fut bien davantage. Une colonne de feu de près de 2000 pieds s'éleva au-dessus de la cime du mont. La lave afflua de ses conduits souterrains avec une telle violence qu'elle fit crever le cône des deux côtés opposés, à l'orient et à l'occident; deux fleuves de feu sortirent impétueusement des deux crevasses. Le torrent oriental, moins abondant que l'autre, s'avança cependant jusqu'aux premières maisons d'Ottajano, fait dont on n'avait pas encore eu d'exemple; aussi les habitants avaient-ils abandonné leurs maisons, qui d'ailleurs étaient chargées de cendres et de fragments de scories; mais le fleuve enflammé s'arrêta avant d'avoir atteint les ha-

bitations. Cependant le courant occidental faisait une accumulation de laves sur le bourrelet appelé Piano, et finit par s'épancher, se portant vers le sommet de la Fosse-Grande, par où les laves auraient pu descendre sur Santo-Jorio, Portici et Résina, qui auraient été infailliblement détruites. Les accidentations du terrain donnèrent un autre cours au torrent dévastateur, et c'est vers Torre del Greco qu'il dirigea ses menaces de destruction. Il arriva sur le palais du cardinal Rufo et l'église paroissiale, avec une impétuosité qui dut faire croire à la perte entière de ces monuments; mais ces deux édifices présentaient des angles saillants et non des faces résistantes à la tête du courant de laves, et heureusement, car le courant fut divisé par ces angles en branches, qui en longèrent les faces en pierres de taille, et les deux édifices furent préservés.

Pendant les journées du 21 et du 22, le cône apparaissait de tous côtés, même au nord, comme une boule de feu. Les cendres rougies, qui descendaient jusque dans l'Atrio del Cavallo, firent croire à certains observateurs que la lave s'y précipitait; mais ce n'était qu'une apparence trompeuse; car le rapport à l'Académie dit positivement qu'aucune coulée ne se fit de ce côté.

Le travail volcanique se continuait, quoiqu'il se fût manifesté une interruption ou une diminution d'intensité dans les faits extérieurs. Le cratère ayant été obstrué vers les dix heures du matin le 23, la lutte contre les obstacles au dégagement se manifesta par de violentes secousses, qui faisaient osciller le cône comme une immense bouée sur les vagues d'une mer agitée. Une triple trouée se fit du sud au nord, et les trois bouches, superposées l'une à l'autre, vomirent des torrents de ma-

tières incandescentes jusqu'à ce que le conduit fût de nouveau ouvert et le cratère déblayé de ses obturateurs accidentels. Alors l'écoulement se fit du côté de la Somma; puis, à raison des obstacles accumulés par les anciennes laves au pied du Vésuve, le torrent se dirigea du côté de la maison du prince d'Ottajano, située au-dessus et un peu à l'est de Tre-Case. Toutefois, marchant sur une surface peu inclinée et remplie d'aspérités, la lave avait un cours de moins en moins rapide, et après avoir cependant causé de grands dégâts dans les propriétés du prince, elle s'arrêta à une petite distance de la maison.

Cette éruption mémorable, après un certain nombre d'autres faits peu dignes d'être transcrits, se termina le 27 octobre 1822 par un véritable déluge d'eaux salées, chargées de cendres et de produits volcaniques de toute espèce. Nous aurons à revenir d'ailleurs un peu plus tard sur les produits du volcan dans les diverses phases d'une éruption, lorsque nous ferons ou que nous aurons fait l'histoire du Vésuve dans ces dernières années, où sa manière d'être a été si bien suivie et étudiée par des hommes spéciaux.

Notons que la pluie de sable et de cendres, dans cette éruption, s'est étendue d'une part jusqu'à Castellamare et de l'autre jusqu'à Naples; puis une particularité qui caractérise cet incendie, c'est que l'abîme rejeta des blocs de sel de cuisine (chlorure de sodium). Enfin, suivant M. Leonhard, l'éruption proprement dite n'aurait cessé qu'en novembre, par la disparition des vapeurs que le volcan, jusque-là, n'aurait cessé d'émettre.

Éruptions de 1828, 1829, 1830, 1831.

(Historiens : *Rapports divers à l'Académie napolitaine.*)

Après un peu moins de six années de repos, le 14 mars 1828, sans aucun signe précurseur, le volcan reprit son activité. Toutefois l'éruption, qui dura douze jours, resta presque limitée à l'intérieur du grand cratère : la lave montant et s'abaissant dans l'intérieur de la vaste chaudière n'en franchit que exceptionnellement les bords. Cependant les vapeurs s'échappaient par des fissures plus nombreuses que d'habitude et offraient diverses colorations. On les apercevait de Naples aussi bien que les flammes qui s'échappaient et s'élevaient de temps à autre. Rien autre chose n'est digne de remarque, à propos de cette éruption ; et nous n'avons qu'à citer les dates de quelques autres moins importantes encore, qui commencèrent respectivement à la fin de décembre 1829, le 30 septembre 1830, le 20 septembre 1831, et le 22 décembre de cette même dernière année.

Éruption de 1832.

(Historien : Leonhard.)

Nous devons une petite mention spéciale aux éruptions multiples des mois de juillet et d'août 1832, parce qu'elles furent précédées et suivies d'orages d'une violence presque inouïe. La colonne de fumée, que le peuple de Naples appelle le *Pino*, s'éleva à une hauteur peu ordinaire. Après et au milieu de violentes détonations

et de secousses non moins violentes, le flanc du vieux cratère fut déchiré par une fente de 500 pieds de long en même temps qu'il s'y forma quatre nouvelles bouches. Dès le lendemain de leur formation, ces bouches étaient couronnées d'autant de cônes de 16 pieds de haut, formés des débris de leurs projections. Toutes les ouvertures, fente et bouches, donnèrent de la lave et lancèrent des roches ou des scories. On cite parmi les masses projetées des bombes volcaniques de plus de 100 kilogrammes, qui atteignirent des hauteurs de près de 3000 pieds.

Éruptions de 1833 et 1834.

(Historien : Leonhard.)

Dix mois après, en juin 1833, il y eut encore éruption par le cratère principal et écoulement de lave par dessus le rebord, sans autres phénomènes dignes d'être notés ; puis, en 1834, il survint une nouvelle éruption dont nous devons relater quelques circonstances. D'abord dans la nuit du 22 au 23 août, la partie supérieure du cône subit dans sa forme une métamorphose complète : le petit cône de 1828, qui s'était signalé par de fréquentes éruptions, s'écroula tout à coup avec un fracas épouvantable. A sa place se voyait un gouffre cratériforme, dont l'œil ne pouvait mesurer la profondeur. Le trait le plus saillant de cette éruption, après ce que nous venons de dire, c'est l'énorme quantité de lave vomie jusqu'au 29 août et la vaste étendue qu'elle envahit, Les habitations et les bois du territoire de Bosco-Tre-Case furent en partie détruits par un torrent qui les envahit. Plus de 180 familles perdirent leur avoir dans

cette catastrophe. Enfin un fait à noter, c'est que pendant l'événement tous les poissons d'un étang des environs de Pouzzoles périrent brusquement, probablement asphyxiés par des émanations méphitiques ou délétères qui arrivèrent de crevasses du fond dans les eaux du réservoir.

Éruption de 1835.

(HISTORIEN : Leonhard.)

Après un repos de sept mois, le 1er avril 1835, débuta une éruption accompagnée de circonstances singulières et même très-bizarres, dont les historiens du Vésuve n'avaient pas encore cité d'exemples. C'est vers sept heures du soir que se manifestèrent les premiers phénomènes. Tout l'intérieur du grand cratère, c'est-à-dire une bouche de plus d'une lieue de circonférence, ressemblait à une fournaise, dont l'éclatante lueur illuminait le ciel. Des explosions formidables se succédaient presque sans interruption, sans qu'il y eût d'intervalle de temps appréciable entre deux explosions consécutives. Leur intensité alla croissant et atteignit les limites du bruit possible. Aussi ce n'étaient pas seulement des masses des roches, mais des *morceaux* mêmes de la montagne qui étaient lancés violemment dans les airs. Tous ces débris retombant encore enflammés dans le voisinage immédiat du gouffre qui les avait vomis, avaient revêtu le volcan comme d'un manteau de feu. Puis aux explosions se mêlaient des mugissements effroyables et des roulements qu'on ne peut comparer qu'à la voix du tonnerre. Les villages du pied de la montagne étaient affreusement

secoués, et jusqu'à Naples les maisons étaient ébranlées. On conçoit la terreur panique dont furent saisis les habitants les plus voisins de la cause du fléau, et jusqu'à Naples même on n'était pas rassuré. Cependant, malgré toute cette activité du volcan, il n'y eut pas d'effusion de lave, ce qui paraîtra surprenant. Puis le même jour, vers neuf heures du soir, après une durée de deux heures, tout ce fracas s'arrêta tout à coup; à minuit la cime ne présentait plus d'indice de feu, et le lendemain même toute fumée avait disparu.

Éruptions de 1837 et 1838.

(Historien : Leonhard.)

A la suite de l'éruption de 1835, le repos du volcan ne fut guère troublé qu'en 1837, où il y eut, à diverses reprises des émissions de masses et de blocs isolés. Ensuite une éruption très-violente, mais de peu de durée, eut lieu en 1838, dont nous allons dire quelques mots. Le 1er août 1838, vers midi, le canon annonçait aux Napolitains que leur roi venait d'avoir un fils. On ne tarda pas à remarquer que dans les intervalles des coups, retentissaient des détonations assez fortes; mais d'abord les uns attribuèrent ces intercalations de bruits à des échos, tandis que les autres les expliquaient par des salves de forts éloignés ou de gros vaisseaux de ligne. Enfin, quelqu'un s'avisa de jeter les yeux sur le Vésuve, tout le monde l'eut bientôt imité, et il n'y eut plus d'énigme pour personne. C'était le Vésuve dont la voix se mêlait à celle du canon. La montagne, en effet, qui donnait, depuis plusieurs semaines, des indices d'une prochaine

activité, était alors sillonnée sur son flanc, en face de Naples, par un gros torrent de lave qui coulait vers l'Ermitage. Mais bientôt l'éruption, malgré la menace de son début, se termina par une pluie de feu et des jets de hautes flammes, artifices auxquels le volcan a habitué ses voisins, et on en fut quitte pour un peu de peur.

Éruption de 1839.

(Historiens : Guarini, Palmieri, Sacchi.)

Avec l'année suivante, 1839, le 1er janvier même, commença une éruption que l'on cite pour sa beauté merveilleuse et qui fut heureusement peu désastreuse. Cette éruption, très-remarquable sous plus d'un rapport, se distingue surtout par les transformations qu'y subirent les bords et le fond du cratère, qui furent singulièrement tourmentés et déchiquetés. La catastrophe s'annonça par un bruit sourd et des craquements d'un son presque métallique, qui venaient de la montagne. La terre tremblait tout autour du volcan jusqu'à Naples, où, dans le quartier le plus populeux, toutes les portes et les fenêtres furent ébranlées. Bientôt de la bouche du volcan il sortit une grande colonne de fumée, couleur de suie, fort tourbillonnante, et en même temps s'élancèrent des jets de vapeurs d'eau, blanches comme neige, et formant des masses cotonneuses du coton le plus fin. Le tout était sillonné de fréquents éclairs, dont le brillant tranchait sur le fond des nuages noirs que le vent du nord avait amassés autour de la montagne. Une pluie de laves triturées, de cendres volcaniques, s'abattit

sur les environs, qui furent couverts comme d'une couche de neige grise. Torre del Annunciada fut encombrée de cette neige, dont la poussière la plus fine fut transportée fort loin par le vent. Naples en reçut une assez grande quantité, et toute communication par la grande route fut interrompue pendant quelque temps. Une énorme quantité de scories furent projetées à l'ouest et au sud du volcan, et, en même temps, ce qui n'est point ordinaire, il sortit du cratère des courants laviques, qui prirent course dans plusieurs directions.

Dans cette journée, deux Anglais eurent la folle témérité d'essayer de gravir les flancs du volcan. Déjà ils étaient à mi-hauteur du cône et prétendaient, malgré l'imminence du danger, pousser plus loin leur tentative. Mais il survint une averse de parcelles brûlantes de lave qni jeta par terre l'un des trop courageux touristes, lui grilla le visage et les mains. Le malheureux n'eut que la force de se relever et de fuir; il fut suivi de son compagnon, qui comprit qu'il fallait renoncer à tenter seul de mener à bonne fin l'exploit entrepris à deux.

Les phénomènes décrits plus hauts se répétèrent le lendemain avec une énergie plus grande encore. C'est vers le soir de ce jour que l'éruption atteignit son maximum. Aussi, pendant la nuit, la majestueuse colonne, sombre la veille, parut toute de feu, et les flammes s'élançaient à une hauteur incroyable. C'était alors un spectacle d'une magnificence que l'on doit renoncer à décrire. Les mesures prises au moment des faits disent que la colonne de feu, d'environ 150 pieds de diamètre, s'élevait à 1100 pieds au-dessus du rebord ou de l'ourlet du cratère, c'est-à-dire, à une hauteur égale au tiers de celle de la montagne. Puis, chose prodigieuse! des

masses embrasées étaient lancées à 400 pieds plus haut.

La fermentation intérieure du foyer dura jusqu'au 8 janvier. Après la nuit du 10, le volcan et la montagne furent vus couverts de neige.

Nota.

Pour la continuation de notre chronique vésuvienne, à partir de 1839, époque où nous sommes arrivés, jusqu'à 1862, nous puiserons nos renseignements, presque en entier, dans un mémoire adressé à l'Académie des sciences de Naples par MM. Guarini, L. Palmieri et A. Sacchi (Naples 1855); dans les annales de l'Observatoire vésuvien, de M. L. Palmieri (Naples 1859); dans de nouvelles annales du même observateur (Naples 1862). Nous n'avons eu entre les mains que les textes italiens, et, bien que la langue des Napolitains ne nous soit pas très-familière, nous pensons cependant avoir reproduit fidèlement le sens des ouvrages que nous avons consultés. Nous avons mis toute notre attention à n'omettre aucun des détails ni aucune des circonstances qui peuvent jeter du jour sur l'histoire du globe terrestre en général, et des phénomènes volcaniques en particulier.

Chronique des faits du Vésuve, de 1839 à 1850, et éruptions de 1846, 1847, 1848.

(HISTORIENS : Leonhard, Palmieri, Guarini, Sacchi.)

Après le grand événement de 1839, disent M. Leonhard et les savants napolitains, le Vésuve persista pendant quelque temps dans un état de tranquillité relative, sinon dans un état d'inactivité absolue. En effet, des émissions de fumée par le sommet, des apparitions de fentes, qui de temps à autre sillonnaient le cône principal, montraient suffisamment que le foyer intérieur n'était pas éteint. Alors le cratère présentait une profonde cavité conique, où l'on pouvait, en luttant contre les difficulés, descendre jusqu'au fond, sans courir un grand risque. Dans l'automne de 1841, une explosion modérée ouvrit le fond du cratère, et par ce gouffre se fit une éruption ou plutôt un jet de matériaux, qui produisit lentement un petit cône intérieur, d'où s'échappait sans interruption une fumée blanchâtre, d'intensité variable. En même temps, de petits courants laviques se faisaient jour, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, de la base du cône adventice, et, retenus par les parois de l'ourlet, ces matières exhaussaient le fond de la chaudière. Pendant le mois de mars 1842, la fumée avait pris une couleur rougâtre autour de la bouche, où ils s'étaient formées de larges crevasses, qui donnaient de temps à autre des vapeurs sulfureuses. Notons que ces vapeurs, souvent abondantes dans le cours de cette année, cessèrent complétement lorsque commença l'éruption de l'Etna, le 27 novembre 1842. Le même état de

choses, moins les vapeurs sulfureuses, se continua encore persistant; mais, écrivait M. Leonhard, en 1844. bien des indices semblent annoncer que le Vésuve touche à une période d'activité et menace de faire une prochaine catastrophe. Nous verrons si les prévisions du géologue allemand ont touché juste.

Cependant, par toutes ces petites éruptions, le fond du cratère s'était exhaussé au point que dans l'automne de 1845 il était presque au niveau du rebord, et le gouffre formé en 1839 se trouvait comblé. Dès lors, quelques courants enflammés pouvaient s'épancher pardessus l'ourlet, là où celui-ci avait la moindre hauteur. En juillet 1846, le cône adventice dominait de quelques mètres la *Punta del Palo*, point le plus élevé du rebord, quoique ce cône adventice eût subi de nombreuses avaries par de fréquentes dislocations.

Pendant huit années, depuis l'éruption de 1839 jusqu'à celle de 1847, le cratère, le volcan, même extérieurement, ont passé par des variations d'aspect dont on imaginerait difficilement le nombre. Nous avons vu le fond du cratère s'exhausser, le cône adventice naître et grandir; puis c'étaient les laves qui sortaient de la base du cône ou par des fentes du cratère, tantôt se rassemblant en un lac embrasé, tantôt figurant les sinuosités d'un ruisseau de feu, tantôt, mais plus rarement, coulant le long de la pente du grand cône, du Vésuve proprement dit. En 1845, la lave avait même fini par atteindre la base orientale du volcan et le bois qui y aboutit. Ensuite, le cône adventice ayant été en grande partie détruit par une explosion violente, il s'en forma un nouveau sur un point différent. Celui-ci s'accrut, malgré des *démolitions* plus ou moins profondes, des

altérations notables dans sa forme, qu'il eut à subir de temps à autre. Il lançait constamment par sa cime, des rochers, des fragments de lave, des bombes volcaniques, des cendres, le tout accompagné de torrents de fumée. Ces éruptions, qui s'étaient faites d'abord par une seule bouche, se firent ensuite par deux; mais, dans cette dernière circonstance, les matériaux lancés par l'une des bouches différaient de ceux qu'émettait l'autre. Puis, indépendamment du cône adventice principal, il s'en élevait sur le plancher du cratère un grand nombre d'autres petits, dont la durée généralement était très-éphémère; après avoir présenté en petit les phénomènes du cône principal, ils étaient détruits par une convulsion. A ces éruptions par les cônes se joignaient des jets de pierres et d'autres substances, par de nombreux fendillements de l'Alto-Piano. Un bruit assez grand, mais variable dans son intensité, accompagnait cet ensemble.

C'est près de la Punta del Palo, du côté du nord, que s'est manifestée la plus grande énergie, la plus grande intensité des faits; mais c'est du côté oriental que les éruptions ont eu le plus de fréquence. On a aussi distingué deux époques de plus grande conflagration, dans les mois d'août et de septembre 1847 et en juin 1848. C'est pendant l'été et l'automne de 1848 que s'est le plus prolongée la durée des phénomènes modérés.

Les campagnes environnantes ont eu peu à souffrir des émissions de pierres ou des courants de laves, on peut même dire que les dommages par ces causes ont été nuls; mais les exhalaisons méphitiques y ont, en revanche, occasionné des pertes notables. Ces exhalaisons seules, en avril 1848, mêlées de pluies en juin

1849, ont brûlé la plupart des bourgeons des plantes fructifères. Les mofettes s'accumulaient naturellement, surtout dans les bas-fonds; les plus remarquables, pour la quantité des gaz méphitiques, ont été celles d'avril et de mai 1849, dont ont souffert beaucoup de terres cultivées de Résina.

Souvent, pendant la période que nous venons de passer en revue, on a observé un abaissement de niveau et même quelquefois un desséchement complet des puits dans les contrées avoisinantes. Ce phénomène est considéré communément comme un signe précurseur de convulsions prochaines du volcan. Cependant, ajoutons de suite que, si le pronostic n'est pas infaillible, on peut le regarder comme indiquant une certaine activité souterraine.

Parmi les phénomènes curieux et rares de cette éruption, ou plutôt de ces éruptions, nous citerons l'observation quelquefois répétée de ces globes de fumée qui, s'évidant suivant un axe, prennent la forme de cercles blanchâtres, tournoyant gracieusement dans l'air autour de l'axe d'évidement et persistant pendant plusieurs minutes, après lesquelles ils s'évanouissent graduellement.

Au nombre des produits récoltés dans les fumaroles, les plus importants qu'on ait trouvés, sont le *cotunnia* (chlorure de plomb), généralement rare, qu'on trouva en mars 1840, près de la Punta del Mauro, et le sulfate de potasse, dont M. Palmieri trouva de nombreux cristaux au mois de novembre 1848. Mais il faut mentionner aussi un fait observé pour la première fois le 22 avril 1845, et reproduit plus tard : c'est l'émission ou l'éruption de cristaux blancs de *leucite*. Enfin signalons que, dans le courant de cette longue période ac-

tive, les fumaroles n'ont pas produit de soufre, malgré l'observation d'exhalaisons fréquentes d'acide sulfureux. M. Palmieri, d'ailleurs, n'en avait rencontré, depuis l'incendie de 1830, qu'une seule fois, quelques cristaux au fond du cratère, dans le mois de mars 1831.

Journal des événements du Vésuve, depuis 1840 jusqu'au mois de mars 1850.

Nous croyons devoir enregistrer ici une série d'observations, une espèce de journal dû au patient M. L. Palmieri et à des observateurs consciencieux, à qui il en a emprunté une partie. On a omis d'y consigner les jours où rien d'important ne s'était manifesté. Ce journal, abrégé de l'*Histoire du volcan* pendant une période de dix années, fera connaître rapidement les faits et gestes remarquables du Vésuve pendant cette période :

1840 — 31 mars. Le cratère avait la figure d'une chaudière sans cône adventice ; le fond du cratère dégageait de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique ; on trouva du *cotunnia* et du cuivre oxydé près de la Punto-del-Mauro.

1841 — 20 septembre. Éjection de pierres du fond du cratère.

1842 — 17 juillet. Éjection de pierres du fond du cratère, et manque d'eau dans les puits de Résina.

1843 — 14 janvier. Formation d'un petit cône adventice dans le cratère.

15 mars. Trois courants de lave issus de la

base du cône adventice; existence d'oligistes dans les fumaroles.

43 — 22 mars. Deux nouvelles bouches vomissantes au flanc du cône interne.

30 juin. Deux courants de lave sortant de la base du cône adventice.

15 juillet. Éruption du cône adventice par trois bouches; lave sortant de la base.

4 septembre. Grande fente longitudinale au cône adventice; violente éruption de pierres; chlorure de cuivre dans les fumaroles.

9 septembre. Nouveau cône adventice sur les ruines du précédent; lave issue de sa base.

13 octobre. Cône adventice, éjaculant par trois ouvertures, deux à la cime et la troisième au flanc oriental; lave issue près de sa base.

31 octobre. Deux ouvertures, une seule vomissante, au cône adventice; lave sortant de sa base; sulfate de cuivre dans les fumaroles.

18 novembre. Six courants de lave sortant de la base du cône adventice; fumaroles présentant abondamment l'oligiste et le chlorure de cuivre.

30 novembre. Cône adventice pourvu de quatre bouches en éruption; lave sortant de la base plus abondante que d'ordinaire.

14 décembre. Lave sortant au-dessous de la Punta-del-Palo, à l'intérieur du cratère; oligiste et oxyde de cuivre abondants.

44 — 19 janvier. Lave sortant en sept courants

issus de diverses parties du fond du cratère ; une grande partie du cône adventice abimée.

1844 — 31 janvier. Lave sortant près de la base du cône adventice par cinq courants ; l'un des ouvertures lançant d'abord des pierres comme la cime du cône le fait quelques fois.

27 février. Lave sortant à 50 mètres à peu près de distance du cône adventice ; oligiste en abondance.

2 mars. Formation du côté du sud, dans le cratère, d'une nouvelle bouche d'éruption qui a donné de nombreux ruisselets de lave ; cône adventice vomissant par trois bouches ; cristaux isolés de pyroxène.

5 avril. Grande fente au cône adventice ; lave coulant par cinq endroits ; abondance de cuivre oxydé.

13 avril. Émission de fumée en forme de *cercles*.

22 avril. Deux bouches d'éruption au cône adventice ; quatre autres au fond du cratère, près de la base du cône ; grande fente au côté sud du cratère ; abondance d'oligiste et de sulfate de chaux.

6 juillet. Trois courants laviques à la base du cône adventice ; émission de fumée en forme de cercles.

23 juillet. Éruption de fumée en forme de cercles pendant toute la journée ; forts mugissements ; quatre courants au fond du

cratère ; plusieurs fentes au cône interne ; manque d'eau dans les puits de Résina.

844 — 4 août. Grandes stalactites de chlorure de sodium et de potassium, mêlés au chlorure de fer (conservées pendant plusieurs jours, elles abandonnèrent leur chlorure de fer à l'humidité de l'air et se couvrirent de cristaux verts d'un autre chlorure).

24 août. Le sommet du cône interne surpasse un peu l'ourlet ; deux courants de lave au fond du cratère ; éruption de cristaux isolés de pyroxène.

4 septembre. Grande émission de pierres et de laves par le sommet du cône.

8 septembre. Écroulement du sommet du cône ; trois bouches d'éruption au-dessous de la Punta-del-Palo.

30 octobre. Deux nouveaux petits cônes d'éruption dans le cratère et divers courants à son fond ; abondance d'oligiste et de sulfate de cuivre.

4 novembre. Destruction des deux cônes du 30 octobre ; grand courant de lave partant du pied du grand cône.

20 décembre. Deux nouveaux petits cônes du côté de l'Orient ; six courants de lave issus de l'Alto-Piano.

845 — 24 janvier. Trois courants de lave à l'Alto-Piano du cratère ; grande abondance de sel marin.

3 février. Forte éruption du cône interne et abîmement de son sommet ; nouveau petit

cône d'éruption ; divers courants de lave dans le cratère.

1845 — 19 mars. Brillante éruption du cône interne; pas de lave coulant sur l'Alto-Piano ; oligiste de cuivre dans les fumaroles.

22 avril. Deux petites bouches d'éruption du côté est ; éruption de cristaux isolés de leucite de l'une d'elles ; grand torrent de lave issu d'une fente voisine des deux bouches ; pierres massives lancées par le cône intérieur ; abondance de sulfate et de chlorure de cuivre.

30 avril. Tranquillité du cône intérieur ; quatre courants de lave à l'Alto-Piano ; abondance d'oligiste.

11 mai. Cône interne tranquille pendant une grande partie de la journée ; petit cône d'éruption de courte durée ; grande fente à l'est dans l'Alto-Piano.

14 juin. Vive éruption du cône intérieur ; lave au sud de l'Alto-Piano ; autre lave du côté nord-ouest.

9 juillet. Deux nouvelles bouches d'éruption, l'une sous la Punta-del-Palo, et l'autre du côté du sud-ouest.

7 août. Trois petits cônes d'éruption avec grand bruit, à l'ouest ; de l'un d'eux des cristaux isolés de pyroxène ; beaucoup de jets de pierres dans l'Alto-Piano du cratère.

25 août. Éruption bruyante du cône interne; émission de fumée en forme de cercles ; quel-

ques petites bouches d'éruption à l'ouest; beaucoup de lave dans l'Alto-Piano; abondance d'oligiste.

845 -- 29 août. Météore lumineux sur le Vésuve vers dix heures du soir.

8 septembre. Météore semblable sur les onze heures.

14 septembre. Grande cavité avec trois bouches d'éruption du côté du nord; éruption de cristaux isolés de leucite par le cône intérieur; abondance de chlorure de cuivre; météore lumineux à la base du Vésuve du côté de Résina.

21 septembre. Forte éruption du cône intérieur avec abîmement de sa cime; lave sortie du fond du cratère.

10 novembre. Nouveau petit cône d'éruption, donnant de la lave par sa base.

20 novembre. Sommet du cône à $21^{m},3$ plus bas que Punta-del-Palo (la Punta-del-Palo est à 1203 mètres au-dessus du niveau de la mer; elle est au nord du méridien qui passe par le centre du cratère et sur la même ligne est la Punta-del-Nasone, la plus haute cime de Somma).

22 novembre. Torrent de lave sous la Punta-del-Palo; autre lave de la base du cône interne; quantité extraordinaire de fumaroles.

9 décembre. Deux petites bouches d'éruption au travers de la Punta-del-Palo et du cône interne; brillante éruption du cône interne; sulfate de cuivre dans les fumaroles.

12 à 20 décembre. Émission de fumée en forme de cercles.

1846 — 22 janvier. Quatre ouvertures éruptives au cône intérieur; beaucoup de lave issue de l'Alto-Piano du cratère.

28 janvier. Petit cône d'éruption à l'est; nombreuses fentes au cône intérieur; rumeurs; desséchement de quelques puits à Résina.

4 février. Lave descendue par le cratère jusqu'à la base du grand cône, du côté nord-ouest.

27 février. Grand lac de lave et jets de lave dans l'Alto-Piano du cratère; le sommet du nouveau cône interne de 9 1/2 mètres plus bas que la Punta-del-Palo.

14 mars. Beaucoup de lave dans l'Alto-Piano du cratère; l'un de ces courants passe par dessus l'ourlet du côté nord-ouest.

31 mars. Le sommet du cône interne est à $6^{m},8$ au-dessous de Punta-del-Palo.

18 avril. Six petits cônes d'éruption dans le cratère; fumée en forme de cercles par le cône interne; manque d'eau dans quelques puits de Résina.

12 mai. Cône interne très-élancé vers sa cime; oligiste dans ses fumaroles; plusieurs cours de lave de l'Alto-Piano du cratère.

27 mai. Forte éruption et chute de la cime du cône intérieur.

24 juin. Fumée endommageant les cultures de Résina; desséchement de quelques-uns de ses puits.

1846 — 5 juillet. Sommet du cône de 16^{m},5 au-dessous de Punta-del-Palo.

8 juillet. Cours de lave par le cratère jusqu'à la base du grand cône, du côté est; manque d'eau dans beaucoup de puits des lieux voisins; beaucoup de bouches d'éruption dans l'Alto-Piano.

10 août. Grande fente du sommet à la base du cône intérieur avec courant de lave; petit cône, à la base du grand, lançant impétueusement beaucoup de pierres et des cristaux isolés de leucite.

26 août. Lac de lave près de la base du cône intérieur; éruption de cristaux isolés de leucite; lave descendue du cratère au milieu de la hauteur du grand cône, au nord-ouest.

13 septembre. Lave de la base du cône intérieur; petite bouche d'éruption dans l'Alto-Piano du cratère.

20 novembre. Lac de lave près du bord est; éruption impétueuse du cône intérieur.

29 novembre. Cinq torrents sous la Punta-del-Palo; quatre petites bouches d'éruption au nord-ouest; fumée en cercles d'une petite bouche du cône intérieur.

8 décembre. Deux petits cônes d'éruption près de la Punta-del-Palo; lave descendant du cratère à l'est.

1847 — 7 janvier. Plusieurs bouches éruptives dans l'Alto-Piano du cratère; lave coulant dans l'Atrio-del-Cavallo du côté du nord-est et du côté est.

1847 — 16 janvier. Deux petits cônes à la cime du cône interne; deux autres petits cônes, l'un sous la Punta-del-Palo, l'autre à l'est, tous éruptifs; beaucoup d'écoulements laviques dans l'Alto-Piano; sommet du cône interne de 19^{m},3 plus élevé que la Punta-del-Palo.

7 février. Tranquillité du cône intérieur; laves à l'est, dont quelques-unes passent au-dessus de l'ourlet; éruption de cristaux isolés de leucite.

18 février. Lave lancée à grande rumeur près de la Punta-del-Palo; trois bouches éruptives à la cime du cône intérieur.

21 mars. Lave descendant, à l'est, du cratère à la base du Vésuve.

29 mars. Sommet du cône intérieur de 33^{m},8 plus élevé que la Punta-del-Palo.

22 avril. Sortie de lave sous la Punta-del-Palo; fumée en forme de cercles.

3 juin. Lave de la base du cône interne; abondance d'oligiste.

22 juin. Éclatante éruption du cône intérieur; divers courants de lave dans l'Alto-Piano; éruption de cristaux isolés de leucite.

18 juillet. Plusieurs petits cônes éruptifs dans l'Alto-Piano; lave descendant du cratère au nord-ouest; fumée en cercles.

2 août. Manque d'eau dans les puits de Résina; grand torrent lavique, de la base du cône interne et coulant jusqu'à Piano-delle-Ginestre; vive secousse à la cime du Vésuve.

1847 — 9 août. Nouveau torrent à côté de la lave du 2, qui, arrivant à la base du Vésuve, faisait des explosions comme un cône éruptif.

12 août. Explosions de lave à la base du Vésuve ; grande fente sous la Punta-del-Palo ; abondance d'oligiste ; cône interne presque calme.

15 à 22 août. Cours de lave sur la pente ouest du Vésuve. Le 16, le cône interne surpassait de 37^{m},1 la Punta-del-Palo ; son orifice au sommet avait 42 mètres de diamètre ; le diamètre inférieur du cône 185 mètres ; sa génératrice était inclinée de 35° à 36° sur l'horizon.

25 août. Nouveaux torrents de lave coulant au nord-ouest et au sud-ouest jusqu'à la base du Vésuve, et quelques-uns, se joignant sur le Piano-delle-Ginestre, faisaient des explosions ; éruption impétueuse du cône intérieur.

27 août. Les laves du 25 coulent encore.

1er septembre. Grand lac de lave sur l'Alto-Piano ; courant sur la pente ouest.

2 septembre. Deux torrents sur la pente ouest du Vésuve ; cône intérieur presque calme.

3 à 8 septembre. Nouvelles laves sur les pentes ouest et sud du Vésuve.

9 septembre. Inflammation presque totale de l'Alto-Piano du cratère ; faibles et rares explosions du cône intérieur avec éruption de sable.

12 septembre. Abondante émission de sable

du cône interne ; deux petits cônes éruptifs au nord-ouest ; abondance d'oligiste.

1847 — 13 septembre. Laves sur la pente ouest, sortant de dessous les laves refroidies du cratère, près de l'ourlet.

16 septembre. Quatre ruisselets de lave sur la pente ouest du Vésuve.

23 septembre. Laves enflammées sur les flancs du Vésuve ; quasi-calme du cône interne.

27 septembre. Calme presque parfait du Vésuve.

12 à 17 novembre. Petits jets de laves de l'ourlet du cratère.

16 décembre. Deux bouches éruptives dans la partie sud-ouest de l'Alto-Piano du cratère ; lave issue de l'ourlet à l'est ; fumée en cercles.

1848 — 23 janvier. Trois torrents de lave sur l'Alto-Piano, dont l'un descend jusqu'à la base du Vésuve.

9 février. Cinq bouches éruptives dans l'Alto-Piano du cratère.

15 février. Cône interne en éruption par plusieurs bouches ; lac de lave dans la partie est de l'Alto-Piano ; courant descendant à mi-côte.

23 février. Grande fente au cône interne, plusieurs petits cônes éruptifs, beaucoup de jets de lave dans l'Alto-Piano ; abondance d'oligiste et de chlorure de cuivre.

23 mars. Sommet du cône interne croulant sous les explosions ; petites laves lancées

hors de l'ourlet ; beaucoup de petits cônes actifs sur l'Alto-Piano.

1848 — 1er et 2 avril. Mugissements forts ; le 2, deux bouches ouvertes près de la base du grand cône, au nord-ouest, avec explosion, puis sources abondantes de lave ; beaucoup de petits cônes actifs et de cours de lave dans l'Alto-Piano ; abondante émission de fumée nuisible à la végétation.

8 août. Lave descendue de la base du cône interne jusqu'à celle du Vésuve ; autres laves coulant dans l'Alto-Piano ; douze petites bouches actives à la cime du cône intérieur.

29 mai. Puissante explosion du cône interne avec abîmement de son sommet ; petits cônes actifs, et lave coulant dans l'Alto-Piano du cratère.

31 mai. Lave arrivée par le nord-ouest dans l'Atrio-del-Cavallo.

23 juin. Absence d'eau dans les puits de Résina et de la Tour-du-Grec ; secousse de tremblement dans le voisinage du Vésuve ; lave arrivée tout près de Fosso-della-Vetrana.

4 juillet. Beaucoup de petits cônes actifs aux parois internes du grand cône ; lave descendue près du bois d'Ottajano ; grosses masses lancées hors de l'ourlet.

7 juillet. Abîmement d'une partie du cône interne ; lave descendue à Piano-della-Ginestre.

1848 — 14 juillet. Éruption de sable nuisible à la végétation.

15 à 19 juillet. Puissante secousse du Vésuve; le 16, écoulement de lave sur la pente est du Vésuve.

Novembre. Sulfate de potasse cristallisé dans les fumaroles.

1849 — 7 janvier. Lac de lave liquide dans l'Alto-Piano du Vésuve ; abondance de sulfate de cuivre.

10 janvier. Grande fente du cône interne; lave issue d'une ouverture sous l'ourlet est, se rendant jusque près des terres cultivées; émission de sable.

15 janvier. Lave comme le 10; émission de cristaux isolés de leucite.

25 janvier. Lave descendue jusqu'au bois du prince d'Ottajano.

25 février. Manque d'eau dans les puits du voisinage; lave arrivant au bois du prince d'Ottajano, s'y épandant et donnant de la fumée en cercles.

23 avril. Émanation de gaz acide carbonique (moffette) au pied ouest du Vésuve; petits cônes actifs et sources de lave près de la base du cône interne.

31 mai. Sept bouches actives au cône intérieur; lave issue de la base du grand cône et allant jusqu'au bois du prince d'Ottajano; beaucoup de mofettes sur le territoire de Résina (dans la campagne).

Juin. Des pluies mêlées à la fumée du Vésuve

désolent et abîment les cultures de la Tour-du-Grec.

349 — 6 juillet. Abondante émission de sable.

15 août. Vive explosion du cône intérieur; lave prenant sa source au-dessous de la lave déjà refroidie, près du bois du prince d'Ottajano.

850 — 23 janvier. Sommet du cône abîmé par une vive explosion; manque d'eau dans les puits de Résina et de la Tour-du-Grec; abondance de chlorure de cuivre.

5 février. Lave émise d'une ouverture près du côté nord du grand cône vésuvien; rumeurs crépitantes du cratère.

9 février. Grande fente du sommet à la base du grand cône; deux petits cônes actifs dans l'Atrio-del-Cavallo près du canal de l'Areno; lave issue de la base du grand cône et descendant, à l'est, jusqu'aux basses plaines cultivées; tonnerre vésuvien bruyant.

10 février. Nouvelle lave émise près de l'ourlet ouest de la grande fente; calme du tonnerre vésuvien.

12 février. Abondante éruption de sable. Du 5 au 12 février se sont formées huit ouvertures au flanc est du mont, qui ont donné des torrents de lave.

16 février. Deux vives explosions à la cime du Vésuve; l'incendie se calme; abondance de sel ammoniac sur la lave nouvelle.

23 février. Deux vastes et profonds cratères

dans l'Alto-Piano du Vésuve; l'ourlet du vieux cratère du côté du sud devenu beaucoup plus élevé que la Punta-del-Palo; abondance de sulfate de chaux, d'alumine, de magnésie, de soude; un peu de soufre dans les fumaroles; pas d'éruption.

1850 — 7 mars. Abondantes mofettes qui avaient commencé le 2 du mois; fort bouillonnement du Vésuve; abondance de chlorure de sodium et de potassium dans les fumaroles des laves récentes; abondantes incrustations salines sur la pente du Vésuve et de la Somma.

Pour clore ce journal, nous allons traduire la note donnée par le professeur Amante, sur la hauteur du point qui est devenu le plus élevé de ceux du Vésuve. « Le 7 mars 1850, on mesura avec un instrument du bureau topographique la distance zénithale de la pointe sud-est du cratère, notablement plus élevée que tous les autres points du périmètre, depuis la dernière éruption. Cette pointe ne fut plus visible de Naples le jour suivant, cachée par la fumée émise continuellement par tout le cratère; pour cette cause, on ne put apprécier que approximativement sa distance linéaire au bureau topographique, nécessaire cependant pour calculer exactement la hauteur. Avec les données, la hauteur de la pointe sud-est, la plus élevée du Vésuve, avait été trouvée de 1291 mètres; ainsi c'étaient 51 mètres de plus que le sommet du cône détruit dans la dernière éruption et 88 mètres de plus que la Punta-del-Palo, mesurée en 1845. Bien que cette détermination ne puisse être considérée comme très-exacte, elle ne doit pas cependant

s'éloigner beaucoup de la vérité, et, suivant toute probabilité, l'erreur serait plutôt en moins qu'en plus.

« Dans les journées des 6, 7 et 14 mars, on répéta encore la mesure de la distance zénithale de la Punta-del-Palo, qui depuis 1845 était la plus élevée du Vésuve; puis ayant calculé sa hauteur, on trouva qu'elle s'était abaissée de 1 mètre depuis la dernière éruption. »

Éruption de 1850.

(Historiens : M. Palmieri, directeur de l'Observatoire vésuvien; MM. Sacchi et Guarini.)

Après onze années de vicissitudes du volcan, un commencement de plus grande effervescence s'était manifesté, quand le 23 janvier 1850, une violente explosion et une secousse terrible firent crouler en grande partie le sommet du cône. L'eau avait commencé de manquer dans les puits de Résina et de Torre-del-Greco, et, pour cette fois, l'indice ne fut pas trompeur. Cependant l'action volcanique n'avait pas dépassé les limites ordinaires, lorsque le 5 février une grande déchirure se fit au côté oriental du grand cône, un peu au-dessus de la moitié de sa hauteur. On put observer que dans l'excavation se déposèrent des stalactites de chlorure de sodium.

Bientôt et brusquement le gouffre vomit un torrent de lave, qui, en quelques minutes, avait atteint l'Atrio-del-Cavallo, où il s'élança au travers de l'espèce de plate-forme qui constitue cette demi-ceinture du volcan. Peu après, par une autre bouche qui s'ouvrit aux deux

tiers de la hauteur du grand cône, s'élança une nou
lave, mais qui n'eut pas une longue course.

Il ne se manifesta rien de bien extraordinaire jus
la nuit qui suivit le 7 février, où l'incendie prit de
grandes proportions : une nouvelle bouche s'ou
lançant avec un bruit extraordinaire des fragments
consolidés des laves des jours précédents. Plus
deux nouvelles ouvertures se firent, sur lesquelle
formèrent des cônes peu considérables. De la plus ori
tale de ces ouvertures étaient projetées des masses v
mineuses, qui parcouraient avec une rapidité incroy
l'Atrio-del-Cavallo. Plus tard encore la cime du Vés
se mit à tonner avec tant de force que dans la nuit
9 au 10 on entendait le bruit jusqu'à Naples. Dan
même nuit aussi s'était ouverte au flanc oriental du c
une crevasse spacieuse, qui venait rejoindre celle for
un peu plus bas, le 5 du même mois.

Revenons au 9. Dans la matinée de ce jour, par
temps magnifique de calme, le Vésuve apparaissait
Naples avec deux grandes bandes d'une fumée épa
de couleur fauve : la plus élevée partait de la ci
l'autre semblait partir de la base du grand cône ; l'
et l'autre se dirigeaient en droite ligne vers l'île de
pri, où elles semblaient se terminer. Le soleil, peu él
au-dessus de l'horizon, ne donnait, après avoir trav
cette fumée, que des rayons roussâtres, d'une lum
tellement faible qu'on pouvait, sans être incommod
son éclat, fixer les yeux sur l'astre. Chose étonnan
il n'y avait pas d'ombre projetée par cette fumée. Le
s'explique par ceci que la lumière, après avoir trav
le voile des corpuscules qui flottait dans l'air, avai
même intensité que celle qui était réfléchie des pôl

opposés de l'horizon. La lumière tamisée dont il vient d'être parlé, peut être assimilée à celle d'une grande éclipse solaire.

De Résina, le 9, on entendait comme des grondements de tonnerre qui se succédaient à de courts intervalles; et, au moment de chaque explosion, on voyait la fumée s'élargir en diamètre, sans qu'elle prît cependant l'apparence du pin traditionnel : elle avait l'aspect d'une longue traînée horizontale, qui était dans la direction du vent. A la source les *jets* de cette fumée avaient l'apparence de cônes, presque de cylindres, d'une couleur sombre, zébrée par de larges bandes blanches. La principale source se trouvait près du bord septentrional du cratère, là où s'observait la base d'un cône adventice interne déjà détruit. Au bout d'un assez long temps, la fumée sortit moins abondante, mais en tourbillons épais et noirs. M. Palmieri, montant au Vésuve sur le soir, observa que de la zone supérieure de fumée il tombait du sable du côté de la Tour-de-l'Annonciade, ce qui présentait le même effet qu'une pluie qu'on verrait tomber d'un nuage lointain.

Dans cette excursion, à peu de distance de la Punta-del-Nasone, M. Palmieri fut témoin d'une belle scène d'éruption, qu'il nous raconte. Il se trouvait là, seul avec son guide, les curieux ne recherchant généralement que la nuit la jouissance de ces sortes de spectacles. La direction du vent, qui chassait du côté opposé les émanations gazeuses, était d'ailleurs favorable à ses observations. Deux petits monts plutôt cylindriques que coniques, de 15 mètres à peu près de hauteur, s'étaient formés au pied du grand cône. De leurs cimes il s'élança par alternances, avec une force assez modérée, des masses

ardentes d'une lave ramollie, en même temps qu'il se produisait une rumeur sourde, semblable à celle que font des bulles gazeuzes en crevant à la surface d'un liquide. Au côté de l'un d'eux s'ouvrit une bouche en forme de grotte, où se fit entendre le même bruit. Il était beau de voir quelques-unes des masses lancées s'attacher à la voûte de la grotte et, ne pouvant s'y fixer à cause de la haute température du milieu, retomber, après avoir figuré des stalactites. Cependant, du fond de la grotte s'épandait une lave qui descendait vers la base du Vésuve. Toutes ces laves donnaient d'abondantes vapeurs, dont l'odeur trahissait la présence de l'acide sulfureux, et qui de Naples semblaient toutes partir du Vésuve.

Pendant que ces choses se passaient sans beaucoup de bruit dans l'Atrio-del-Cavallo, la cime menaçante du Vésuve redoublait le retentissement de ses bruits fracassants; car cette éruption est remarquable entre toutes par le fracas et l'éclat de ses bruits. Il ne suffisait pas, pour être rassuré, de voir le ciel partout serein: le tonnerre continuellement assourdissant, le langoureux éclat du soleil éclipsé par la fumée, portaient à désirer un asile protecteur, comme à la menace d'un orage prochain. M. Palmieri voulut savoir d'où provenaient ces bruits insolites. Or le vent était favorable à son but; car il faisait plier vers l'intérieur du cratère la grande tempête de pierre qui jaillissait près de la Punta-del-Palo. Aussi put-il sans danger et sans trop de peine monter jusqu'aux deux tiers du grand cône, en suivant le bord de la grande crevasse ouverte dans son flanc septentrional. La première chose qu'il lui fut facile de constater, c'est que le bruit sortait de la cime du Vésuve, là où

précisément se voyaient de grands tourbillons de fumée, et que les entrailles du mont étaient tout étrangères à ce phénomène, tandis que l'ensemble des faits eût porté facilement à croire le contraire. En outre du jugement de l'ouïe, qui, dans la position où se trouvait l'observateur, ne pouvait le tromper, il eut, pour se confirmer dans son opinion, ceci, qu'il ne sentait pas la terre trembler sous ses pieds.

M. Palmieri voulut aussi examiner si à tous les coups de tonnerre correspondait un jet de pierres, afin d'apprécier si l'un et l'autre étaient l'effet d'une même explosion. Dans cette recherche il ne fut pas complétement satisfait; souvent, il est vrai, il lui semblait que, aussitôt que les pierres brûlantes étaient chassées avec la fumée, le tonnerre se faisait entendre, mais d'autres fois la coïncidence des deux phénomènes lui parut ne pas exister. En outre les coups de tonnerre se répétaient plus souvent que les jets de pierres.

Du lieu où il était arrivé, M. Palmieri put étudier parfaitement la grande fente dont il a été question. Il la trouva plus semblable à un long précipice qu'à une déchirure longitudinale du grand cône. Il estima qu'elle avait en haut 300 mètres de large et un peu plus de 40 mètres de profondeur, avec un fond légèrement concave et parsemé de gros rochers tombés évidemment des parois latérales. Son mur occidental présentait une courbure profonde; la pente jusqu'au fond était douce, et on n'y voyait d'ailleurs que de gros cailloux mêlés avec des lapilli et du sable; le côté oriental moins courbé joignait le fond par une pente plus rapide. La direction générale de la déchirure passait par le milieu du côté oriental de la Punta-del-Palo. La partie infé-

rieure, beaucoup plus resserrée, avait peu de profondeur, probablement parce qu'elle s'était remplie de matériaux éboulés de la partie supérieure. L'ensemble de la fente pouvait être considéré comme un sillon large et profond, de 700 mètres de long, produit par le soulèvement qu'a occasionné l'infiltration des matériaux internes faisant effort pour venir au jour.

Le Vésuve semblait vouloir se reposer; mais il ne tarda pas à présenter de nouveaux phénomènes. Vers les cinq heures et demie du soir du même jour 9 février, à peu de distance du bord ouest de la grande crevasse, à peu près au sixème de la hauteur du grand cône, sortit un nouveau torrent lavique; coulant sur les laves déjà refroidies du 5, les enveloppant de son cours enflammé, il s'avança vers l'Atrio-del-Cavallo, où, prenant à droite, il rejoignit les laves qui coulaient de la grotte précédement décrite. Cependant la nouvelle coulée parut avoir épuisé la puissance du Vésuve : à mesure de son écoulement, les tonnerres devenaient plus faibles, puisqu'on ne les entendait plus de Naples à dix heures du soir le 9. Toutefois la cime du mont continuait son éruption et ses bruits, quoique avec une moindre furie.

M. Fonseca, observateur aussi exact qu'intelligent des phénomènes vésuviens, qui se trouvait à l'Atrio-del-Cavallo le soir du 10 février, nous apprend qu'une lave, issue du milieu de la hauteur par une dépression longitudinale peu profonde, s'étendit un peu plus bas que le cinquième inférieur de la pente du grand cône et parallèlement à l'autre grande crevasse. Aucun cône ne s'était formé à la source de ce torrent; mais en revanche à peu de distance de cette source le fleuve lavique bouillonnait en quatre points, où se faisaient de petites explo-

sions; ainsi on était tenté de croire que le courant était alimenté par cinq sources, situées en ligne. Le même observateur dit que deux rumeurs se distinguaient partout de la cime: l'une par éclats à intervalles irréguliers, suivis d'éruptions de pierres rougies; l'autre murmurante et continue. Dans la soirée du 12 la lave dont nous avons parlé en dernier lieu, était assez refroidie pour que l'on pût marcher par dessus, tandis que celle du 9, issue de la grotte, continuait à s'avancer lentement. Pendant cette soiree du 12, M. Fonseca observa, au milieu des tourbillons de fumée du cratère, des lueurs qui les traversaient de temps en temps et quelquefois des éclairs. C'est aux éclairs brillants que les guides au Vésuve donnent le nom de *ferrilli*, nom qu'ils donnent d'ailleurs aussi à des masses laviques en forme de fuseau, parce qu'on croit que ces deux genres de phénomènes s'accompagnent. Les ferrilli laviques ne sont autre chose que des bombes volcaniques plus alongées que les bombes ordinaires: il est douteux que leurs éruptions soient accompagnées d'éclairs.

A partir du 10 février, l'émission des pierres brûlées et l'écoulement des laves allèrent en diminuant; mais il n'en fut pas de même de l'éruption des sables et des menus lapilli, qui s'accrut notablement le 12 et continua jusqu'au 15, occasionnant des dommages aux campagnes d'Ottajano et de la Tour-de-l'Annonciade. Enfin le 16 le Vésuve signala la fin de l'éruption par deux fortes détonations, qui s'entendirent distinctement du jardin botanique de l'Académie napolitaine.

Celui des faits de la dernière éruption qui a un caractère de presque nouveauté pour l'histoire du Vésuve, c'est la conformation qui est restée à la partie supérieure

du mont: deux gouffres abruptes et profonds y sont demeurés béants. Chacun d'eux peut être assimilé à la profonde cavité en cône tronqué qui a persisté après l'éruption de 1839. D'ailleurs le même fait s'est renouvelé depuis, à la suite de chaque grande éruption.

Principaux phénomènes vésuviens de 1850 à 1855, et éruption de 1855.

Après la grande inflammation de 1850, cessèrent entièrement les phénomènes d'éruption même modérée, qui, pendant huit ans, sans interruption, s'étaient manifestés sur le Vésuve. Cette mémorable période de l'histoire du volcan, où l'on croyait voir clairement la menace d'une éruption grandiose et bruyante, s'était terminée par une série de conflagrations continues. Ce dernier fait a été lui-même suivi d'un repos de cinq années, si on appelle repos l'absence d'explosions et d'arrivée au jour de courants laviques; car les émanations gazeuses abondantes ou pauvres, de compositions variables, et encore des dépôts formés par sublimation sont des phénomènes que le Vésuve n'a cessé de manifester. La connaissance de la nature des gaz, de la variation journalière de leur composition chimique et des autres produits du volcan est d'un haut intérêt géologique et peut servir à donner de bonnes indications à la science de la terre. Malheureusement ce genre d'observations offre de grandes difficultés, et cette histoire ne compte encore qu'un petit nombre de chapitres.

Parmi les faits observés de 1850 à 1855, l'un des plus dignes de remarque, c'est la fréquence et l'abon-

dance du dégagement de l'acide sulfureux parmi les gaz émanés du cratère, dans l'intervalle resserré de l'Alto-Piano, laissé à la cime du mont. En outre de la vapeur aqueuse, le Vésuve avait donné habituellement, au moins depuis 1834, une grande quantité d'acide chlorhydrique et relativement moins d'acide sulfureux, tandis que dans la dernière période c'est l'acide sulfureux qui a prédominé. L'acide sulfureux a été accompagné de dépôts de soufre et de sulfate de chaux. Encore le soufre avant 1850 se trouvait dans les produits de quelques rares fumaroles; mais en juin 1850 et en 1853 les cristaux de ce corps sont devenus si abondants qu'il n'était jamais auparavant arrivé d'en rencontrer autant. Le sulfate de chaux se présentait avec une abondance et des formes qui n'avaient rien d'inusité. Le cuivre oxydé, en forme de lamelles, mêlé au chlorure de sodium, s'est montré aussi abondant au mois de juin 1850. En mai et en juin 1851, M. Palmieri remarqua près des fumaroles des incrustations de chlorure de cuivre, accompagnées de beaucoup de cristaux imparfaits de sulfate du même métal. L'oligiste, qui est l'une des espèces les plus remarquables attachées aux scories du Vésuve, est parmi les produits rencontrés les moins abondants.

Les deux cratères demeurés à la cime du mont, bien qu'ayant subi de temps en temps des éboulements de roches sur leur pente rapide, n'ont cependant pas été modifiés sensiblement dans leur forme générale. L'un de ces éboulements a été causé par une rumeur et des secousses venues des entrailles enflammées du volcan, phénomène qui avait fait pressentir un nouvel incendie, sans que le pressentiment se soit réalisé. Nous aurons plus loin à parler du gouffre formé le 14 dé-

cembre 1854, considéré comme prélude de l'éruption de 1855.

Citons, après M. Palmieri, l'un de ces malheurs auxquels sont exposés les visiteurs du Vésuve, quelque prudente que soit leur curiosité. Le docteur en droit Jean-Frédéric Delius, de Prusse, visitait le Vésuve le 11 mai 1854, en compagnie d'amis distingués et joyeux comme lui. Vers cinq heures et demie du soir, soit qu'il eût fait un faux pas, soit qu'une roche eût manqué sous son pied, il fut précipité dans le cratère du côté du nord. Une semblable chute, c'est la mort presque instantanée.

Éruption de 1855.

(Historiens : MM. L. Palmieri, Sacchi et Guarini.)

L'éruption de 1855 débuta le 1er mai, sans s'annoncer par des faits précurseurs, à moins qu'on ne regarde comme tel le phénomène du 14 décembre 1854. Vers 8 heures du soir de ce dernier jour, s'ouvrit dans l'Alto-Piano, près de la Punta-del-Palo, un gouffre presque circulaire d'un diamètre de 80 mètres et d'une profondeur un peu moindre. On remarquait la rapidité d'inclinaison de la paroi, qui se confondait avec celle de la Punta, et sa composition de matériaux incohérents; les autres côtés de la paroi, taillés à pic, mettaient en vue les alternances de laves, de scories et d'autres matériaux fragmentaires qui composent le sol où le gouffre s'était creusé; les lignes de séparation s'y montraient horizontales. C'étaient les résultats des petites et continuelles éruptions de 1842 à 1850, qui avaient rempli

le grand cratère laissé par l'éruption de 1839, pour former cet Alto-Piano — le plancher accidenté du cratère — dont il subsiste encore quelque chose. Le contour de l'abîme présentait de nombreuses petites fentes, dont quelques-unes, de quelques centimètres d'ouverture, se continuaient sur la pente interne de la Punta; il y en avait même qui s'étendaient jusqu'à la pente externe. Il fut dit alors que l'annonce du fait avait été indiquée par le manque d'eau dans les puits de Résina, et d'autres rapportèrent avoir observé pendant la nuit la lueur lumineuse émanée des matières incandescentes du fond. Aussi les guides au Vésuve annonçaient une prochaine et belle éruption.

Cependant le fait n'avait été accompagné ni d'explosions ni d'une plus grande abondance de fumée, et le Vésuve persista encore dans son calme. On ne s'occupait plus de la formation du gouffre, lorsque quatre mois et demi après, un peu avant l'aube du 1er mai, se manifestèrent les symptômes d'un nouvel incendie précédés de quelques mugissements qui, dans le silence de la nuit, étaient entendus jusqu'à Portici et à Résina. A dire vrai, dans les trois derniers jours d'avril, le Vésuve émettait par sa cime plus de fumée qu'auparavant, mais cependant pas plus qu'on n'en avait observé certains jours depuis l'incendie de 1850. Encore on crut remarquer alors le manque d'eau dans les puits de Résina; les uns, nous le savons, disent ce signe précurseur des éruptions, d'autres nient qu'il ait cette valeur. Les premiers phénomènes de l'éruption furent l'ascension dans le gouffre de matières fondues, exhalant de notables quantités de fumée, quelques explosions peu effrayantes et le jet de masses laviques de petits volumes,

jetées jusque sur la pente extérieure du cratère. Alors des fentes dirigées en tous sens s'ouvrirent sur la paroi la plus rapprochée de la Punta-del-Palo, de telle sorte que, le sixième jour de l'incendie, on pouvait craindre, en s'y avançant, que le sol ne manquât sous les pas. Si les secousses, quoique légères, se fussent prolongées, l'écroulement était inévitable, mais le calme se rétablit dans le gouffre.

Une bouche s'était ouverte un peu avant le levé du jour de ce 1er mai, à un instant où la fumée masquait le lieu de sa situation, sous le côté ouest de la Punta-del-Palo, aux trois quarts de la hauteur du grand cône, à partir de la base, dirigée suivant un plan vertical, passant par le fond du gouffre précédent et l'axe du Vésuve. Cette bouche se mit à lancer d'impétueux tourbillons de fumée et à vomir d'abondants torrents de matières enflammées; celles-si s'écoulaient tranquillement, sans explosion qu'on pût entendre à distance. Le point d'où partait la nouvelle lave, est assez voisin du chemin qu'on prenait habituellement, dans les dernières années, pour monter au cratère, chemin qui côtoyait des laves de 1847. Le nouveau torrent, prenant un peu à gauche, occupa en grande partie ce chemin déjà peu commode, recouvrit en quelques points les laves voisines, et termina sa course vers l'Atrio-del-Cavallo. La lave était encore enflammée le soir du même jour, la source continuant à alimenter le courant, tout en ne cessant d'émettre une abondante fumée, qui dura d'ailleurs plusieurs jours.

La conflagration de la bouche d'en haut n'eut pas grande durée, mais des bouches occidentales s'étaient ouvertes plus bas, à peu près dans la même direction. Celles—

ci montrèrent plus d'activité que celles qui étaient les plus voisines de l'ouverture d'en haut, lancèrent dans les airs, les unes de la fumée, et le plus grand nombre des débris des roches arrachées à l'intérieur du Vésuve. En même temps elle vomirent de larges torrents enflammés qui bouleversaient de grandes masses d'anciennes laves; puis les lapillis, les sables qui formaient l'extérieur du grand cône, se précipitaient dans l'Atrio-del-Cavallo. Au-dessous des ouvertures dont il vient d'être question, en apparurent quelques autres qui, comme réunies en un groupe distinct, étaient un peu à l'ouest des premières; elles donnèrent une lave abondante qui s'avança vers l'Atrio-del-Cavallo par un chemin peu distant de celui que suivaient les autres et finit par se joindre à celles-ci dans l'Atrio.

Sur toutes les bouches dont il vient d'être question, à l'exception de la plus élevée, se formèrent des cônes de fragments de lave lancés, puis retombés. Dès lors il fut plus facile de distinguer les positions de chacune, car les cônes correspondants lancèrent par leurs cimes de la fumée, des pierres, des lapilli. Il n'a pas été possible de reconnaître exactement le nombre des bouches et des cônes formés dans cette journée, ni de bien définir leurs rapports avec l'origine intérieure de l'incendie; quant au nombre, le soir de ce jour, vers 8 heures, M. Palmieri en compta 7 avec cônes, et le lendemain, il en compta 10 ou 11. Parmi ces derniers ne se trouvaient peut-être pas tous ceux du jour précédent, qui pouvaient avoir été dispersés par les explosions. Ces petits cônes, de 2 à 5 mètres de hauteur, donnaient de véhéments tourbillons de fumée avec accompagnement de quelques frémissements et de secousses plus ou moins

fortes. Bientôt ils ne donnèrent plus *tous* de coulées de laves ni ne jetèrent plus *tous* des matériaux d'éruption, quoiqu'il fût clair, par les accumulations des matières, que *tous* en avaient donné au début. C'est le groupe des cônes supérieurs qui avait lancé le plus de matériaux; leur émission s'y faisait à quelques secondes d'intervalle, et, dans les jets les plus forts, les matières tombaient après cinq secondes.

Le groupe des cônes inférieurs se faisait plus remarquer par le bruit des explosions et par les jets de matières, qui cependant s'élevaient au plus à 20 mètres, leur chute ne durant que deux secondes. Si ces bruits ne se faisaient pas entendre fort loin, comme dans les grandes éruptions, on les entendait néanmoins de l'Observatoire, situé à 2 milles, d'où l'on pouvait compter au moins les plus fortes explosions. N'omettons pas un fait qui montre la facilité avec laquelle on peut commettre des erreurs au sujet de l'apparence de flammes sur le volcan. Le premier soir de l'éruption, M. Palmieri, observant avec l'astronome prussien, M. Jules Schmidt, ils virent sourdre la lave d'une petite proéminence près du groupe des cônes inférieurs. Cette lave était couleur de feu et projetait sur la fumée qui surmontait, une lueur si vive que l'agitation de cette fumée éclairée donnait l'image d'une flamme dansante; l'illumination durait jusqu'à ce qu'on se fût très-rapproché du lieu qui la causait.

Les laves parvenues dans l'Atrio-del-Cavallo et arrivant aux pieds des pentes les plus rapides du mont Somma, décrivirent une grande courbe en passant du côté de l'ouest et se dirigeant comme en sens contraire du torrent de 1850, dont elles étaient éloignées de 433 mètres. Cette direction opposée de la course tenait

à une légère protubérance dans l'espace compris entre les deux laves. La barrière insurmontable de la pente abrupte de l'ancien cratère du mont Somma obligea le nouveau torrent à se diriger, comme nous venons de le dire, vers l'ouest, où la rapidité de sa course fut retardée par la rencontre de beaucoup de laves d'époques récentes.

Enfin, de l'Atrio-del-Cavallo, le torrent se précipita dans un grand vallon qui précède et commence le *Fosso-della-Vetrana*. Ce vallon, de forme presque triangulaire est bordé du côté du nord par les *cimes* qui continuent la crête du mont Somma en appuyant un peu au sud-ouest; du côté du sud elle est limitée par le milieu de la ceinture que forme la longue proéminence qu'on appelle l'*Ermitage-du-Sauveur*, autrement dite *Mont des Canteroni*, et le troisième côté, moins élevé que les autres, dirigé vers le sud, se joint à l'Atrio-del-Cavallo. Dans son fond s'élevaient deux collines appelées *Cognuoli*, à cause de leur forme, l'une est le *Cognuolo lungo*, et l'autre, plus petite, au midi de la précédente, est appelée *Cognuolo chiotto* ou *Cognuolo piccolo*. C'est entre le Cognuolo lungo et le prolongement du mont Somma qu'avait passé la lave de 1785, qui détruisit en grande partie la chapelle de la madone de la *Vetrana;* entre les deux Cognuoli et entre le mont des Canteroni et le Cognuolo piccolo avaient couru deux rameaux de lave de 1820, qui s'étaient rejoints au delà du Cognuolo piccolo. La lave récente sortant de l'Atrio, tomba dans la vallée qui fait suite entre les deux Cognuoli, où, rencontrant un barrage vertical d'une roche composée de tuf, elle forma une cascade, spectacle magnifique, eu égard à l'étendue du torrent et à son éclat, augmenté par l'ap-

proche de la nuit. Elle était encore d'une surprenante magnificence vue de Naples, où le silence et la tranquillité du volcan ne faisaient pas supposer une aussi grande quantité de matières enflammées; cette clarté, apparue depuis que le soleil était couché, surpassait de beaucoup la clarté de la pleine lune dans un ciel serein. Les premiers dégorgements précipités rejaillissaient et s'amoncelaient les uns sur les autres, formant comme un gigantesque talus, qui, par de nouvelles additions, continua de s'agrandir après que le torrent eut repris son chemin; on vit la lave, dans les jours suivants, surmonter et couvrir la majeure partie du Cognuolo piccolo, s'élevant au-dessus de lui, autant qu'on en put juger, de 5 mètres à peu près.

L'accumulation de la lave à travers le deux Cognuoli avait pour effet de retarder la course, quoique l'inclinaison du sol, devenue plus grande, semblât devoir l'accélérer. Aussi, pour joindre les croupes de l'Observatoire à une distance de la cascade d'un peu plus d'un demi-mille, le torrent employa environ neuf heures et demie, cheminant par les sinuosités du fossé de la Vetrana, et parcourant en six heures un espace à peu près égal à la distance de la cascade à l'Observatoire; arrivant alors sur le nouveau précipice qui marque la limite entre le grand abîme de la Vetrana et l'autre plus resserré et plus profond, qui fait suite, appelé vulgairement le *fossé de Faraon*, il se précipita dans celui-ci.

La lave de 1855 a complétement changé la configuration qu'avait faite à ces lieux la lave de 1785 depuis longtemps refroidie; on la vit courir sur celle-ci dans le fossé de Faraon jusqu'au soir du 5, et s'arrêter dans la nuit suivante, à une distance assez courte de Saint-

Sébastien et de Massa-di-Somma, dont les habitants, d'abord très-effrayés, se crurent sauvés comme par miracle. En effet, le 6, vers 10 heures du matin, le fleuve était immobile et même durci à son extrémité antérieure. Cependant, comme nous le verrons bientôt, la source du torrent enflammé n'était pas encore tarie; mais revenons au lieu d'où émanait la cause de la dévastation.

Pendant tout le jour du 1er mai, la cime du mont Somma et le Vésuve étaient, pour Naples, cachés par la fumée. Au commencement de la nuit, l'éclipse durait encore, à cette différence près que les matériaux enflammés de l'Atrio-del-Cavallo donnaient une lueur qui perçait au travers de la fumée; toutefois on n'entendait plus ces déflagrations, ces détonations qui accompagnent d'ordinaire les éruptions violentes. Vers 9 heures du soir, la fumée commença de se dissiper, et, à 11 heures, outre qu'on voyait distinctement le torrent enflammé qui suivait la pente du grand cône, on apercevait tout entière la masse sombre du mont Somma. Après le milieu de la nuit, par un ciel serein, le spectacle des ardeurs du volcan se montra plus splendide, favorisé qu'il était par une éclipse de lune. La fumée, plus rare encore, laissait voir plus distinct le contour du mont vésuvien à 1 heure du matin. Enfin, à 6 heures du matin du 2 mai, on ne voyait plus s'échapper aucun tourbillon de fumée. L'incendie donc semblait diminuer, mais à 9 heures les petits cônes exhalèrent une fumée plus dense, dont l'abondance s'accrut jusqu'à 7 heures du soir, heure à laquelle les sommets furent de nouveau masqués. A 10 heures le Vésuve réapparaissait comme assombri par de rares nuages de

fumée, qui couronnèrent la cime pendant le reste de la nuit et pendant toute la journée du 3. Le 4 et le 5, les cimes furent encore voilées chaque matin, non par la fumée, mais par des nuages de vapeurs atmosphériques, qui se dissipaient dans l'après-midi.

Le 6, l'incendie se montrait magnifique à l'Atrio-del-Cavallo. Le courant, descendant d'une ouverture située près du sommet, offrait dans toute sa longueur, même dans la partie qui courait par l'Atrio, une série de points ou de lieux d'où s'échappait une fumée tourbillonnante et embrasée. La fumée émanait d'une suite de petits cônes actifs, disposés sur la pente arénacée du Vésuve, le long de la ligne que formait le courant de la lave. On présuma que le précipice, plus large et plus profond que les autres, d'où sortait cette lave, situé à 50 mètres à peu près du sommet, s'était formé dans la nuit du 5 au 6. Dans cette nuit, en effet, on avait entendu de l'Observatoire, une forte rumeur, qui ressemblait aux coups alternés de deux béliers qui battraient une muraille. Toutefois ces coups sourds cessaient de temps en temps, mais ne tardaient pas à se reproduire, avec quelques modifications cependant.

La solidification de la lave en face du pont de Massa-di-Somma, dans la journée du 5 et pendant la nuit suivante, faisait espérer, avons-nous dit, que Saint-Sébastien et Massa n'avaient plus rien à craindre; mais dans le matin du 6, le torrent devint abondant et impétueux à partir de la source. Vers 3 heures du soir le fleuve ardent avait déjà dépassé le fossé de la Vetrana et courait au travers de celui de Faraon. Bientôt le courant, refroidi le 5, fut ravivé, reprit sa marche suspendue, et vers midi du 7, le pont et quelques maisons voisines

de Massa et de Saint-Sébastien étaient envahis. Les habitants de ces villages, de nouveau effrayés, et avec raison, se mirent à déménager et à transporter assez loin ce qu'ils désiraient le plus sauver de l'imminente destruction. Heureusement le mal ne fut pas aussi grand qu'on avait pu le craindre. Le torrent de feu traversa le pont et s'engagea dans le *Lagno* — lit artificiel creusé pour servir de débouché aux eaux du vaste canal appelé *fossé de Pharaon*. — Le Lagno de Massa ayant été bientôt comblé, la lave se jeta, par-ci par-là, sur les terres cultivées, et dès le 8 avait envahi un espace assez considérable de la campagne voisine. Quoique le courant continuât de s'avancer jusqu'au 11, il marchait si lentement qu'il ne dépassa Massa que de trois quarts de mille et s'arrêta à un demi-mille de la Cercola. Ici, l'on avait précipitamment abattu le pont, mais la précaution fut rendue inutile, à raison de ce que le courant, comme nous venons de le dire, s'arrêta avant d'y arriver.

Parmi les rivières enflammées qui concouraient à alimenter le fleuve dont il vient d'être question, l'une, bien plus menaçante que les autres, était venue, vers 8 heures du matin, le 9, se heurter contre le pli de terrain qui porte l'Observatoire. Il s'exhalait de ce torrent une fumée si abondante et si noire, qu'on pouvait au travers regarder le soleil, sans en être plus incommodé que de la lumière de la lune. Après avoir parcouru le fossé de la Vetrana et s'être déversé, comme les autres, dans celui de Pharaon, ce torrent jeta à gauche et vers l'ouest, une branche qui parcourut les terres d'Apicello. Cette diversion, qui se fit le 9 vers 5 heures du soir, est probablement l'événement auquel Massa et Saint-Sébastien doivent de n'avoir pas été dé-

truites. Ce torrent jeta dans son parcours de petites branches latérales dans les dépressions du terrain, et causa de grands dommages aux cultures. Après s'être ralenti dans la journée du 10, et avoir repris, le soir du même jour, une vigueur nouvelle, le courant principal se trouvait à deux tiers de mille de son origine, menaçant San-Giorgio de Cremano, tout en ayant continué de causer des dommages aux cultures qui avoisinent les habitations. Dans les jours suivants, sa marche fut plus sage, et, le 13, il était à environ 150 mètres de la chapelle de Nocerino. Le 14, le 15 et le 16, sa marche se fit avec tant de lenteur, que c'était à peine si on pouvait ne pas le regarder comme arrivé à la limite de son mouvement; la matière incandescente, montrant ses lueurs par les crevasses de la masse déjà noire et refroidie, sortait par ces crevasses en s'avançant par-ci par-là de quelques mètres. La longueur de ce rameau depuis sa sortie du fossé de Pharaon était de près de 2 milles; la branche dirigée vers Cercola n'avait pas beaucoup plus de longueur à partir du même point, qui était celui de leur séparation. Bien que les extrémités de ces laves fussent immobiles, la source, cependant, n'était pas tarie, car la durée de l'éruption fut de 27 jours; mais les nouvelles laves coulantes ne faisaient que courir sur les précédentes déjà refroidies, où elles se refroidissaient elles-mêmes et augmentaient la masse des matériaux.

Indépendamment des deux longs rameaux dont nous avons parlé, qui se sont dirigés, l'un vers la Cercola, l'autre vers San-Giorgio, on peut en distinguer un troisième, qui, parti d'un point du cours principal, au nord de l'Observatoire, s'est dirigé à droite, par l'Atrio-del-

Cavallo, vers les laves de 1850. Arrêté par une ondulation du terrain, ce ruisseau de laves vint terminer son cours à 100 mètres à peu près du lieu où le torrent embrasé de 1850 est arrivé dans l'Atrio.

Citons quelques-unes des principales observations faites pendant cette mémorable éruption.

On a cru remarquer de l'Observatoire qu'il y avait chaque jour deux périodes d'accroissement dans l'activité du volcan: l'une le matin, l'autre le soir, à 12 heures environ d'intervalle, avec des retards d'une heure à peu près par 24 heures. C'est ainsi que l'accroissement d'activité s'étant fait à 5 heures le 6 mai, celui du 13 n'eut lieu que vers les 11 heures. Les accroissements d'activité du soir venaient sensiblement 12 heures après ceux du matin. L'observation dont il s'agit a été faite du 1er au 19 mai et mérite la plus sérieuse attention. N'y a-t-il pas là, en effet, un rapprochement à faire avec les périodes des marées neptuniennes? L'attraction lunaire aurait-elle son influence dans la marche des phénomènes volcaniques? Une remarque semblable se lit d'ailleurs dans Hamilton, à propos de l'éruption de 1779, car, dit l'historien anglais de cette éruption, il est accrédité dans le pays qu'il y a eu deux paroxysmes journaliers du volcan, l'un vers midi, l'autre vers minuit. Il serait bon, nous le répétons, que les observateurs de l'avenir portassent leur attention à vérifier ce fait et surtout à préciser autant que possible la constance ou la variation des heures auxquelles les paroxysmes se manifestent chaque jour. Il en résulterait une donnée précieuse pour l'explication des faits du volcan ou plutôt des volcans en général.

MM. Palmieri et Sainte-Claire Deville ont fait des

expériences dans le but d'arriver à connaître la température des laves. De leurs essais variés ces savants ont cru pouvoir conclure que la température de la lave à la surface est capable de ramollir non-seulement le cuivre et l'argent, mais le fer même, c'est-à-dire qu'elle est de 700 degrés à peu près. Quant à la température à une certaine profondeur, on a peu d'espoir d'arriver à la préciser, parce qu'il est extrêmement difficile, sinon impossible, de faire pénétrer dans cette matière des substances propres à donner cette mesure. Mais la très-haute température de ce liquide *pâteux* est indiquée par la nature des substances gazeuses qui en émanent, par les silicates cristallisés qu'on trouve dans la lave refroidie, par les altérations que subissent les roches qui ont été touchées par un courant lavique, par l'état cristallin de certains métaux accidentellement englobés par la masse coulante etc.

Quant à la vitesse des courants, elle est tout naturellement très-variable; car elle dépend de la pente du terrain, du degré de fluidité, de l'abondance de la source et de beaucoup de circonstances particulières. Ainsi M. Palmieri, sur une pente de 25 degrés, a trouvé une vitesse de 67 mètres à la minute, tandis que M. Deville avait trouvé au même lieu une vitesse beaucoup plus grande; le 1er mai, sur une pente de 30 degrés, la vitesse était 120 mètres, et le 8 au même lieu, elle était sensiblement la même, tandis que plus tard elle y était considérablement diminuée.

L'éruption de 1855 est remarquable surtout par son caractère de quasi-tranquillité; aussi elle ne pouvait manquer d'offrir des sublimations abondantes et variées. Toutefois les sublimations ont été plus abondantes vers

la fin qu'au commencement de l'éruption : on s'en rend facilement compte par ceci que, lorsque la température est très-élevée, la précipitation se faisant loin du lieu de l'évaporation devient une véritable dispersion. Parmi les gaz émanés, les acides chlorhydrique et sulfureux sont ceux dont on est le plus frappé, à raison de l'odeur caractéristique de chacun, qui empêche de les confondre soit entre eux, soit avec d'autres. Aux premiers temps, c'était l'acide chlorhydrique qui dominait, tandis que vers la fin c'était l'acide sulfureux. On peut même dire avec M. Deville que les fumaroles dégagées de la lave, d'abord composées d'acide chlorhydrique, devenaient plus tard de l'acide sulfureux. Plus rarement, en quelques lieux, les exhalaisons avaient l'odeur du soufre en vapeur. M. Palmieri a trouvé, après l'éruption, des sublimations de soufre près de la base de la Punta-del Palo, là où, pendant sa plus grande activité, aucune vapeur sulfureuse ne se faisait sentir. Et aussi le 17 juin les laves qui avaient envahi le pont entre Massa et San Sebastiano, furent trouvées couvertes de soufre et de sel ammoniac, bien que lors de leur arrivée aucune odeur ne trahît la présence de ces corps. Quelques-unes des tardives fumaroles qui causèrent ces sublimations avaient la propriété de brunir l'acétate de plomb. Les plus abondantes sources gazeuses se montraient accompagnées d'une fumée blanche, impétueusement tourbillonnante, se rassemblant en masses sphéroïdales; mais d'ordinaire l'émission se faisait avec tranquillité. Quelquefois ces gaz étaient mêlés de vapeurs aqueuses; d'autres fois ils étaient secs et alors formés en très-grande partie de chlorure de sodium et de potassium. C'est à l'une des substances qui viennent d'être nommées

qu'on doit attribuer ces spirales d'apparence de fumée blanchâtre qui, même deux mois après leur émission, s'échappaient des laves consolidées, laissant à la surface refroidie des dépôts blanchâtres en forme de croûtes cristallines. Les scories d'abord noirâtres ont passé successivement au blanc sale, au jaune, au vert, changements de coloration dus et à l'altération des dépôts superficiels et aux réactions chimiques survenues dans l'exposition à l'air et à l'humidité des matériaux épanchés.

Les exhalaisons d'acide carbonique, vulgairement appelées *mofettes*, n'ont pas plus manqué à la fin de cette éruption qu'à la fin de toutes les autres. Les premières remarquées se montrèrent le 22 mai dans une cave d'une habitation voisine du vieux chemin du Vésuve, cave d'où sortirent à grand'peine, pour n'être pas asphyxiées, trois personnes qui y étaient descendues. Plus tard, et jusqu'au milieu de juillet, les mêmes dégagements du gaz méphitique se sont manifestés en beaucoup de lieux de la pente occidentale du mont. Puis, à en croire bon nombre de témoignages, à partir de la mi-juillet, l'eau augmenta beaucoup dans les puits de Résina et de Portici.

La lave, avons-nous dit, coula avec des abondances variables pendant les vingt-sept premiers jours de mai; aussi le 2 juin le volcan paraissait dans un calme complet, et de Naples on ne distinguait aucune émission de fumée. Plus tard, en juin même, en juillet et en août la fumée réapparut, et même à partir du 28 août elle fut plus abondante qu'elle ne l'est d'ordinaire dans les temps calmes. Nous ne parlerons que pour mémoire de certains bruits sourds à l'intérieur de la terre, et de petites

secousses du sol, attribués, bruits et secousses, par M. Palmieri à des tassements de roches s'effondrant pour remplir des vides formés dans le sous-sol. Nous aurions pu aussi nous étendre sur les aspects fantasmagoriques variés que le volcan offrit aux observateurs qui l'examinaient de Naples, d'où beaucoup d'yeux étaient constamment dirigés de ce côté. Nous dirons en un mot que cette éruption a été pour les observateurs de Naples et des environs un spectacle réellement magique, surtout par les effets de lumière produits sur les dégagements gazeux et sur les apparences de fumée qui n'ont cessé de se manifester pendant toute la durée du phénomène.

Terminons par quelques généralités l'histoire de cette éruption de 1855. Des nombreuses mesures prises il résulte que la montagne n'a pas vomi moins de 17 millions de mètres cubes de lave! Quant aux dommages causés, on se rendrait compte qu'ils ont été considérables, à vue d'une carte détaillée des terres parcourues par les courants; car on y verrait que toutes ces surfaces sont abondamment couvertes d'habitations, de cultures, de bois. Cependant on a estimé à 35,000 ducats seulement la perte causée aux intérêts matériels des habitants, tant dans les cultures que par les dégradations des bâtiments.

Quant à l'impression causée sur les hommes, voici ce que nous apprennent les relations qui nous ont passé sous les yeux. A la première manifestation du fait, comme il n'était pas annoncé, les esprits ont été excités par la surprise et animés d'un sentiment général de curiosité. Ainsi toutes les classes de la société semblaient s'être donné rendez-vous sur la montagne, et une foule inaccoutumée y est accourue, la parcourant en tout

sens et en toute direction. La satisfaction de la curiosité était d'ailleurs facilitée et excitée par un temps propice, par le caractère de tranquillité des phénomènes éruptifs, par la magnificence du fait, par la commodité de l'accès. Tous y venaient comme à une fête, apportant des figures affolées et se livrant à des gaîtés même excentriques; bien plus, quelques-uns, soit par défaut de prudence, soit pour afficher le mépris du danger, s'exposaient à de téméraires essais et à des amusements mal conseillés; et cela pouvait se remarquer tout le long du chemin parcouru par le torrent enflammé. Aussi l'autorité ne tarda pas à reconnaître qu'il lui fallait mettre des gardes pour prévenir des malheurs trop probables.

C'est surtout pendant la nuit que se faisait le plus grand concours de curieux. Alors en effet l'illumination due aux laves rendait le spectacle plus imposant; puis les curieux eux-mêmes, avec leurs milliers de flambeaux qui serpentaient sur la montagne, donnaient au Vésuve, vu de Naples, un aspect des plus pittoresques et des plus admirables. Et les mêmes personnes recommençaient plusieurs fois l'ascension. Dans les premiers jours, les groupes se portaient jusqu'à l'origine de la conflagration, à l'Atrio-del-Cavallo, d'où l'on pouvait jouir en effet du plus resplendissant spectacle, mais plus tard la curiosité un peu rassasiée ne portait les visiteurs que jusqu'à la hauteur d'où ils pouvaient voir le courant lavique. On comprend que les curieux, en foulant les terres cultivées, ajoutaient une perte à celle que causait l'éruption. Qu'on se rassure néanmoins sur cette cause d'aggravation : la générosité des amateurs du spectacle a dédommagé les cultivateurs qui en ont souffert, et le gouvernement napolitain est venu ajouter à cette générosité.

Phénomènes vésuviens de 1855 à 1859 et éruption de 1859.

(Historien : M. Palmieri.)

Avant de passer au récit de l'éruption qui suivit celle de mai et des mois suivants, en 1855, que nous venons de décrire d'après MM. Sacchi, Palmieri et Guarini, disons, en suivant pas à pas M. Palmieri, les phénomènes dignes de remarques qui se manifestèrent pendant quatre années d'un repos relatif jusqu'à 1859. C'est une série de bouches ouvertes au côté nord du cône qui avait fourni toute la lave de mai 1855; la cime n'avait eu qu'une part de mince importance dans le fait de l'éruption. Seulement on avait pu remarquer quelques signes d'un accroissement d'activité dans le gouffre ouvert le 14 décembre 1854. Notons en passant que l'apparition de ce gouffre semble avoir été le prélude de la formation de cette fente du cône qui cinq mois après donna le spectacle d'une énorme conflagration. Vers le milieu d'octobre, la région supérieure du cône, qui était restée presque indifférente pendant les bouleversements précédents, témoigna d'un accroissement visible d'activité par l'apparition d'un grand nombre de fumaroles, par des sublimations plus abondantes et par un dégagement non ordinaire de vapeurs chargées d'acides chlorhydrique et sulfureux. Étaient-ce, comme le voulait Sorrentino, dont l'enfance et la vie d'homme s'étaient passées à fréquenter la cime du mont, étaient-ce les signes précurseurs d'une éruption prochaine? Quoi qu'il en soit de la valeur de l'indice, un gouffre vaste et profond

s'ouvrit le 19 décembre 1855, parmi les cratères produits et laissés par l'éruption de 1850. Presque immédiatement ce gouffre vomit au milieu d'un jet de fumée une abondante quantité d'un sable ou d'une espèce de *lapilli* noir. Puis le matin du 20 décembre la cime se trouva couverte de fleurs blanches de sulfate de chaux en aiguilles, comme s'il s'y fût formé du givre ou une gelée blanche. Alors, en se mettant au-dessus du vent, pour ne pas être trop gêné par la fumée, on put, en laissant tomber des pierres dans le gouffre, constater que le bruit de leur rencontre avec le fond n'arrivait à l'oreille que sept secondes environ après le commencement de leur chute.

La fumée sortait abondamment non-seulement du canal percé suivant l'axe, mais par beaucoup de fissures latérales qui produisirent des jets presque horizontaux autour du rebord. Depuis quelques jours il y avait eu à deux reprises une médiocre émission de cendres qui s'étaient abattues sur l'Observatoire. Dans une autre émission, au mois de janvier, les cendres parties vers Bosco-Reale couvrirent pendant la nuit les terrasses des maisons et y tuèrent un grand nombre de limaçons qui étaient venus y ramper. Une particularité digne de remarque, c'est que ces limaçons *momifiés* ou en apparence *pétrifiés* par la cendre qui les entourait, ressemblaient à de petits poissons. Quelques faits de même nature, dit M. Palmieri, ne seraient-ils pas le fondement de cette histoire accréditée que le Vésuve a vomi quelquefois des poissons? Ainsi ceux qui ont été trouvés par César Braccini, historien de l'éruption de 1631, n'auraient-ils pas été des limaçons?

La bouche du 19 décembre, située vers le milieu de

la hauteur du cône, non loin du cratère de 1839, lançait avec de la fumée, depuis l'instant de son apparition, des pierres à peine rougies qui même se montraient en noir au milieu de la fumée. Ces projections, qui ne se faisaient que de temps en temps, étaient accompagnées d'un bruit ou d'une détonation que renvoyait l'écho des roches de la Somma. Or quand on s'approchait avec précaution, on pouvait observer au fond du gouffre un *rond* rouge sombre de 2 à 3 mètres de diamètre, qui n'était que de la lave, dont le rouge devint plus tard de plus en plus vif.

Dans le courant de septembre 1856, une ouverture se fit au cratère oriental de 1850, et, quoique de dimension médiocre, elle lança une impétueuse colonne de fumée de couleur jaunâtre, quelquefois roussâtre, avec de petits fragments de lave qui peu à peu formèrent un monticule. A en juger par l'impétuosité du jet, la vapeur qui le formait avait une tension de 150 atmosphères *pour le moins*.

La bouche du 19 décembre ne tarda pas à rejeter, avec la fréquence de ses détonations habituelles, de nombreux fragments de laves, et enfin dans le mois d'octobre la lave commença à dégorger par les deux ouvertures et à monter dans chacun des deux gouffres qui d'abord ressemblèrent à deux lacs de feu à surface agitée, puis à des étangs de goudron noir, parce que la lave ne sortait que par intervalles et finit par se recouvrir de scories d'un rouge brun, plus ou moins contournées, mais formant une surface continue. La lave qui sortait ensuite brisait cette croûte en fragments irréguliers, qui nageaient sur la masse en fusion, s'élevant avec son niveau, et enfin les deux gouffres finirent par être entièrement remplis. Il

est à noter que sur chacune de ces surfaces à niveau ascendant se forma, puis fut détruit à plusieurs reprises, un petit cône dû à l'accumulation, après leur chute, des fragments de laves projetés avec un simple bruissement. Mais lorsque les deux gouffres furent remplis, il se forma deux cônes de plus grande hauteur et qui persistèrent davantage. Pendant un certain temps les deux bouches dont il est question furent séparées l'une de l'autre par une crête de matières fragmentaires appartenant au cratère de 1850, ouvert de nouveau en septembre 1856, par le gouffre qu'occupèrent les deux lacs; mais la séparation s'effaça à la suite de la jonction des deux cônes, qui se soudèrent par leurs bases situées sur un même plan.

Les choses persistèrent dans cet état pendant toute la fin de 1856 et jusqu'à la fin d'avril 1857. Alors il y eut émission de cendres; puis le 1er mai le côté oriental du cône de 1850 fut déchiré d'une grande ouverture, qui laissa s'épancher de la lave. Toutefois cette lave n'était pas abondante et n'avait pas un cours continu; aussi elle se durcissait même avant d'atteindre le pied du cône; puis, la lave nouvellement émise se superposant à la précédente, il se formait sur la pente abrupte de singuliers amas et de curieuses protubérances. Cette lave était si tenace dans sa viscosité qu'on pouvait l'étirer en fils plus longs et plus solides que ceux du verre en fusion.

Ainsi, la lave émise par le cratère rempli de 1850, s'épandait toute sur le côté oriental du cône; celle qui plus tard fut produite par le gouffre du 19 décembre aussi rempli, s'étendit d'abord sur l'*Alto-Piano* du cône vers la *Punta-del-Palo*, combla le gouffre de 1854 et, sur le soir du 16 juillet, apparut vers le côté nord du cône, sur la ligne de la bouche de 1855, et continua de s'é-

tendre vers le couchant jusqu'au 24 du même mois. Puis cette lave, ayant un peu outrepassé la base du cône, s'étendit quelque peu dans l'Atrio-del-Cavallo, laissant sur la pente du mont quelques accumulations à la suite les unes des autres.

Le gouffre de 1854, comblé et masqué par la lave du 16 juillet, depuis le 24, se rouvrit comme par enchantement, sans qu'il soit possible de dire si ce fut par un *abîmement* ou par une *explosion* ou par le concours des deux causes : la forme des fractures et la disposition des matériaux résultants pouvaient fournir des arguments à toutes ces hypothèses, mais cependant la dernière, celle du concours des deux genres de causes, paraît la plus probable.

Cependant la coulée de laves n'avait pas cessé le 24 juillet. Sortant par intermittence, les laves baignèrent de nouveau une grande partie du sommet du cône, remplirent une seconde fois le gouffre de 1854, couvrirent la *Punta-del-Palo*, et, se déversant abondamment, suivirent la route de celles de 1850, s'étendirent dans l'Atrio-del-Cavallo et recouvrirent les cônes qui subsistaient depuis cette dernière éruption (1850). Alors que de la lave coulait sur la pente du cône, on n'en observait point à la cime, et il était possible de passer sur la lave solidifiée, mais chaude encore, sous laquelle l'écoulement se continuait. Seulement, par les fentes des scories rompues en quelques endroits, débouchaient de petits filets de lave pâteuse, sur laquelle il était facile de faire des essais; car là seulement on n'était pas gêné par la chaleur intolérable due au voisinage d'un courant un peu fort.

Lorsque le gouffre du 19 décembre achevait de se

remplir de flammes, on put voir, la nuit, dans son intérieur, près du rebord, des laves de couleur azurée, qui avaient l'odeur de l'acide sulfureux. Puis, quand pour la seconde fois, le liquide arriva jusqu'au sommet du cône, il se fit, sur les scories de nouvelle formation, de très-belles sublimations de soufre, dans des circonstances d'ailleurs analogues à celles où l'on avait observé déjà le même phénomène.

Après la formation du petit cône fixé sur la bouche du 29 décembre, au milieu des détonations, apparurent les globes de fumée observés déjà par Sorrentino et Della-Torre, dont nous avons parlé à propos d'éruptions antérieures. Ici encore, ces globes gris blanc, lancés dans les airs par le volcan, se transformaient en cercles et en anneaux qui tourbillonnaient et se maintenaient dans l'atmosphère avant d'être dispersés par le vent. Leur formation était souvent accompagnée d'étranges et curieuses rumeurs, qui rappelaient celles que l'on observe dans les tremblements de terre; mais il était impossible de reconnaître si ces bruits étaient aériens ou souterrains, bien qu'on les entendît de Résina et d'autres lieux environnants.

Cependant la lave avait repris depuis le 24 juillet son écoulement, non continu toutefois; il se passait par intervalle plusieurs jours sans qu'elle se montrât. Mais les deux cônes ne cessaient pas de lancer des fragments de lave avec plus ou moins de détonations au moins de la part de l'un d'eux. Le bruit n'arrivait à l'Observatoire vésuvien que huit minutes après l'apparition du phénomène lumineux, par une température de + 16°, ce qui donne 2720 mètres pour la distance de l'Observatoire au lieu où se faisait le travail volcanique.

L'écoulement lavique paraissait terminé vers la fin de septembre; mais dans la journée du 1er octobre, un courant parcourut en vingt minutes la distance de la cime à la base du cône, puis rejoignit dans l'Atrio-del-Cavallo la lave de 1855. Pendant les trois jours suivants, cette lave se mit à couler du côté est du cône, et ensuite, avec plus d'abondance, de l'occident à l'orient, en passant par le nord; aussi elle obstruait tout le chemin par lequel on va d'habitude visiter la cime du mont. La lave devint de moins en moins abondante jusqu'au 20, jour où, le matin même, l'activité volcanique ne se témoignait plus que par un peu de fumée, mais sans rumeur ni lave. Aussi le prince de Joinville et sa famille, faisant le soir de ce jour une visite au volcan, ne virent-ils pas le feu. Cependant, à peine étaient-ils revenus à l'Observatoire que la terre trembla, et que des pierres rougies furent lancées par le cône, au milieu d'une éclatante illumination. Cette éruption insolite fut suivie d'une émission peu importante de laves, et il se forma un cône de déjections sur la bouche du 19 décembre, qui, ayant atteint une hauteur de 30 mètres, fut en partie lancé dans les airs, et en partie abîmé dans les entrailles du mont.

Dans la matinée du 21 octobre, l'un des cônes formés dans la dernière éruption avait disparu sans que ce changement notable eût été signalé par une rumeur quelconque : au lieu de l'abîmement, on voyait sortir, sans impétuosité, une colonne de fumée de dimensions assez restreintes. Était-ce que la fin de l'éruption commencée le 19 novembre 1855 s'était terminée le 20 octobre 1857? Cependant le 22, à l'aube du jour, on entendit, de l'Observatoire, une nouvelle détonation; puis,

dans la soirée du 23. le gouffre. substitué au cône. lança des laves. et un nouveau cône se forma au milieu de nuages de fumée vomis par trois ouvertures. A la fin de novembre. le cône nouvellement commencé était aussi complet que celui dont il tenait la place, et les laves disparues depuis le 20 octobre commencèrent à s'épancher. soit de la cime, soit de points de la pente de ce cône.

Dans la matinée du 12 décembre 1857, au milieu d'une détonation. le cône principal se fendit et donna lieu à deux cours de laves, l'un à l'est, l'autre à l'ouest, qui dépassèrent de peu la base du cône principal. Mais ces phénomènes ne furent pas suivis de ce à quoi ils semblaient préluder. Plus tard on n'eut à signaler que l'accroissement passager dans l'abondance de la fumée, et de temps à autre, de petites secousses du sol, dont la plupart n'étaient même constatées qu'à l'aide du sismographe établi par M. Palmieri, pour la constatation de ces sortes de faits.

Le 24 mai 1858, après deux jours de détonations, il se fit une secousse plus prononcée, médiocre cependant. Mais dans la matinée du 27, à 4 heures 17 minutes, une forte secousse ondulatoire du nord-est au sud-ouest, fut suivie immédiatement et même accompagnée d'une déchirure du volcan, qui s'ouvrit vers le milieu de la hauteur du cône, du côté du couchant; mais cette petite fente ne donna pas l'éjection de matières incandescentes ou fondues qui accompagnent ordinairement la formation d'une nouvelle bouche : la lave sortit tranquillement de l'ouverture et ne s'étendit pas loin, parce que l'alimentation ne fut pas suffisante. Mais pendant ce temps, il s'était ouvert une nouvelle fente au pied du cône, peu au-dessus de l'Atrio-del-Cavallo, du côté

nord-nord-est : trois petits cônes s'y étaient alignés, dont on a pu détacher deux et les transporter à l'Observatoire vésuvien, où ils sont conservés. Bien que la source de lave eût de petites proportions apparentes, elle avait parcouru le soir la pente occidentale de l'Atrio-del-Cavallo, et s'était jetée dans la fosse de la Vetrana. Ainsi elle avait cheminé avec la vélocité de celle de 1855, sur laquelle elle passait au travers des embarras qu'y faisaient des accumulations de sables et de scories.

Pendant le matin du 28 mai, vers 4 heures et demie, apparaissait une ligne de fumaroles au bord du cône, vis-à-vis de l'Observatoire, au-dessus du Piano-del-Ginestre; puis une fente s'ouvrit suivant cette ligne. En moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, cette fente fut remplie d'une lave qui ensuite se déversa et prit une allure de mouvement assez tranquille. Seulement de pas en pas on voyait se former au-dessus du courant de petits monticules ou des ampoules, qui crevaient en haut, laissaient échapper des vapeurs et s'affaissaient. C'était comme dans l'ébullition de la colle d'amidon, et, ce qui complète l'analogie, quelquefois les vapeurs s'échappaient avec bruit. Ce phénomène se répéta deux fois, et tout se composa d'une émission de lave qui avait parcouru un demi-mille (900 mètres). Il n'y avait pas eu de secousse, non plus que pour la formation, peu après, d'une nouvelle fente, un peu plus bas et plus au couchant, qui donna une lave coulante comme si c'eût été de l'eau. Le soir du 29 mai, on eut, de l'Observatoire et en face, le beau spectacle du fleuve d'un feu très-vif qui, par l'ancien chemin du Vésuve, se dirigeait vers la Fossa-Grande. M. Palmieri suivit, le 30, la droite de ce fleuve, de 20 palmes de large. S'étant assis sur une

lave, non loin de la source, il admirait la tranquillité avec laquelle le liquide sortait du sol, quoiqu'il fût abondant; mais, tout à coup, de rapides bouillonnements se manifestèrent dans la *pâte*, lançant en l'air de petites masses de laves, qui se transformaient en lames ou en flocons offrant jusqu'à 1 mètre carré de superficie. Alors la fumée devint abondante, le bruit plus fort se changea en mugissements; les curieux, qui se trouvaient à une assez grande distance cependant, soit vers la Petite-Croix, soit à l'Ermitage, furent épouvantés et quelques-uns se tenaient pour morts, parce que la fumée leur avait fait perdre momentanément la vue. Force fut à M. Palmieri de s'éloigner pour éviter les chutes de lave, et il fut témoin d'une scène singulière. En moins de vingt minutes, il s'était formé successivement sur le courant trois cônes très-gracieux, dus à la superposition des fragments de laves tombés; le dernier, deux fois formé, fut deux fois détruit par le cours même de la lave qui le portait; mais une troisième fois la cause destructrice en laissa subsister une partie, qui nageait sur le fleuve. Au milieu des détonations de ces cônes, il s'en fit entendre une du côté de l'Atrio, à la cime de la montagne; c'est que, dans l'Atrio, s'ouvrait une nouvelle fente au nord, sur laquelle se formèrent encore trois cônes. Enfin, une dernière fente ouvrit le grand cône du côté de l'Orient et donna une quantité médiocre de lave.

Voici l'ordre d'apparition des gouffres ou des fentes:

La première, directement à l'ouest du cône central, sans cône adventice, avec peu de lave;

La deuxième, au nord-nord-ouest, avec trois petits cônes et beaucoup de lave;

La troisième, au sud-ouest, au-dessus de la plaine des Genêts, sans cône et avec peu de lave;

La quatrième, très-voisine de la précédente, avec trois cônes et la plus grande abondance de lave;

La cinquième, au nord, près de la bouche de 1855, avec trois cônes et beaucoup de laves;

La sixième, du côté est, sans cône et avec une quantité médiocre de lave.

De ces six fentes, la première et la sixième étaient à peu près à la moitié de la hauteur du cône principal, et les quatre autres à la base de ce cône.

Il y avait eu, dans l'éruption de 1850, une grande crevasse qui avait produit une énorme excavation dans le cône; mais, par compensation, les autres crevasses étaient très-petites, tandis que cette fois le cône parut criblé de tous côtés. L'incendie de 1850 s'était fait avec un fracas extraordinaire, quoique le cône ne se fendît que d'un côté; ici, si l'on excepte les *strépitements* du 30 mai, jamais on ne vit une aussi grande quantité de lave sortir du Vésuve avec aussi peu de bruit, au milieu d'une telle fumée. A raison du grand nombre des fentes, le vulgaire s'imaginait que le cône, ayant perdu sa solidité, s'écroulerait très-prochainement.

Les laves des fentes n°s 2 et 5 couvrirent au nord et à l'ouest l'Atrio del Cavallo, puis une partie se déversa dans la fosse de la Vetrana, allant jusqu'à l'entrée de celle de Faraon; une partie arriva, par la colline de la Petite-Croix, au travers des terrains cultivés ou sur d'autres laves plus anciennes. Mais la fente n° 4 fut la plus abondante et la plus dévastatrice. Brûlant la plaine des Genêts, elle arriva par trois courants à la Fossa-Grande, où elle se précipita en une cascade verticale de

près de 100 mètres. D'abord, pendant cinq ou six minutes, il tomba avec un grand fracas une énorme quantité de pierres et de scories rouges; puis il se détacha des masses de matières pâteuses, d'un rouge vif, qui aussi tombèrent dans la dépression, et enfin le courant de lave continua de s'y abîmer.

La Fossa-Grande, précipice d'une grande profondeur, à parois presque verticales, creusé peut-être par les eaux dans le tuf, le sable et les lapilli de l'ancienne formation de la Somma, fut non-seulement comblée, mais en un lieu la lave débordait ou s'élevait plus haut que les bords. C'est par là qu'avaient passé les laves de la terrible éruption de 1631, ainsi que de celle de 1767, sans que l'une et l'autre eussent modifié beaucoup la profondeur de l'abîme. Les laves de 1631 s'étaient écoulées jusqu'à la mer, où elles se perdirent; celles de 1767, sorties de la bouche inférieure, s'étaient étendues beaucoup dans la basse plaine et arrêtées près de San-Giorgo-a-Cremano; mais celles dont nous venons de parler, parcoururent la Fossa-Grande, sans aller jusqu'à la campagne, se superposant les unes aux autres.

D'autres laves, issues d'un troisième point peu distant du foyer principal, se répandirent dans la Fossa-Grande, du 13 au 16 juin 1858, mais elles ne faisaient que courir sur les précédentes déjà refroidies, augmentant la hauteur de cette énorme masse; aussi vers la villa Fiorillo, elles se déversèrent sur le bord du fossé. La villa Fiorillo, qu'on croyait en un lieu sûr, fut ensevelie dans la lave; de la bergerie de Paroco-Gigli, il ne resta que le toit au-dessus des scories; deux autres petites maisons de campagne, l'une sous l'Observatoire, l'autre vers le *Vieux-Chemin*, furent entièrement détruites. Dans l'une

d'elles, la lave se présenta liquide, sans scories, au devant de la porte : du bois il ne resta que de la cendre, et le fer, gonds et serrures, fut trouvé dans la lave, à peine oxydé. Une petite quantité du liquide de feu, pénétrant à l'intérieur, consuma les bois qui soutenaient le toit fait de lapilli, sans que celui-ci tombât, et les autres fers restèrent aussi à peu près intacts.

Le 25 juin, les indications données par le sismographe disaient, malgré d'autres apparences, que l'éruption n'était pas encore terminée; le lendemain, en effet, la quatrième et la cinquième fente se mirent à donner une lave plus abondante. Les laves de la bouche n° 4 allèrent à la Fossa-Vetrana jusqu'au 29, et cessèrent entièrement le lendemain.

Il n'en fut pas ainsi des laves issues de la fente n° 5. Le dernier de ses trois cônes, situé le plus bas, et détruit aux trois quarts, offrait l'apparence d'une tour quasi-ruinée, avec un pavé d'une seule pièce, de scories rouges et contournées. On voyait, par une fente de ce pavé, une lave rousse, coulante, qui pénétrait dans un grand amas de scories de même nature, un tas d'où s'échappait par un soupirail, à 60 mètres de distance, une fumée impétueuse et sifflante. Un peu plus loin, la lave, après s'être montrée à découvert, passait de nouveau sous des scories. Souvent les ouvertures par lesquelles la lave devait sortir d'un amas, ne pouvant suffire comme débouché, la lave s'élevait et sortait par des ouvertures plus élevées, qu'elle ne tardait pas à fermer en se solidifiant; de là le niveau devait s'élever davantage encore jusqu'à une autre issue. Il arrivait ainsi que le liquide brûlant sortait par le sommet et coulait sur les pentes de l'amas. Ces amas, s'ils étaient

volumineux, prenaient ainsi l'apparence et la fonction de cônes d'éruption : il s'en formait, même à la suite des premiers, d'autres qui, cependant, en différaient par la forme arrondie en haut.

Au commencement de la formation de ces apparences de cône, par des scories refroidies et accumulées, l'éruption semblait toucher à sa fin, d'autant plus qu'elle avait duré déjà plus de deux mois; mais le volcan se préparait à une autre phase d'activité, qui durait encore en juillet 1859, et dont nous allons nous occuper.

Des trois cônes élevés au-dessus du niveau de la mer, de la même quantité que l'Observatoire, partait la série des monticules, hauts de 80 mètres, que la lave avait formés au travers de la colline où est l'Observatoire. La lave, dont la source semblait se tarir, commença, au contraire, à devenir plus abondante, et se répandit dans le vallon, sans abandonner sa façon de se disposer par amas consécutifs en forme de gradins. Aussi la lave, sous l'Observatoire, atteignit 50 mètres de hauteur, et se répandit sur la route carrossable, en février 1859; puis, s'étant de nouveau rendue dans Fossa-Grande, elle se déversa en partie dans *Rio capo*, en partie sur l'ancien chemin. Elle couvrit ainsi les collines cultivées et les maisons rurales au-dessous de l'Observatoire. Toujours il se formait des amas à la suite d'autres déjà formés, et on en voyait sortir de nombreux ruisseaux de feu. Il arrivait que les amas inférieurs masquaient les autres, de façon que quand les laves se déversaient dans Fossa-Grande, elles avaient marché pendant plus d'un mille complétement cachées. Aussi, le soir, le feu se voyait seulement dans Fossa-Grande sortant d'un monticule de scories, comme si le volcan se fût ouvert

là. Les cônes ne donnaient plus de fumée; ils étaient, au contraire, comme d'habitude, moins chauds que les scories sur le chemin des laves.

Les laves à leur sortie coulaient, sans être surmontées de scories, mais recouvertes seulement d'une pellicule très-mince, uniforme et molle, qui, trouvant un obstacle, pouvait se plier, se contourner de toutes façons avec la plus grande facilité. La pellicule s'épaississait ensuite, tout en restant flexible; puis elle devenait rugueuse et contournée, sous l'effort de la matière fluide qu'elle recouvrait. Plus tard, la partie extérieure de la lave se durcissait, tandis que l'intérieur, encore liquide, coulait comme au travers d'un canal ou d'un aqueduc artificiel. Lorsque, diminuant d'abondance, la lave ne remplissait pas tout le canal, l'écoulement se continuait sans accident; mais si, par hasard, la quantité de liquide augmentait, les parois du canal se fissuraient ou se rompaient, et il se formait de petits courants latéraux ou des lacs de feu.

Loin de leur source, les laves se couvrent d'une croûte, qui devient continue, et dans laquelle le liquide coule encore comme l'eau dans un tuyau, mais alors cette croûte porte une couche de scories incohérentes qui ressemblent à un *gazonnement*. Cet effet commence à se produire lorsque l'enveloppe du liquide se fend, puis se divise en morceaux qui sont transportés au-dessus du courant et grandissent en route. Voilà pourquoi les laves ne se montrent pas sous leur forme primitive à une grande distance de la source : les unes sont tortillées, mais en masses; les autres en fragments amassés. D'un autre côté, elles ne se montrent pas toutes sous la même forme, ce qui dérive de ce que ce produit

volcanique n'est pas toujours chimiquement ou physiquement homogène. Les laves de l'éruption actuelle ont eu un caractère pâteux, qui leur a fait prendre l'aspect d'une surface rugueuse, contournée, gibbeuse et comme gonflée ; à une grande distance de leur origine, rarement on en rencontrait qui se fussent divisées en fragments incohérents. Quand les laves sont plus propres à une certaine transformation, l'inclinaison du sol contribue ou à la favoriser, ou à l'empêcher ; ainsi c'est la forme en masses rugueuses, contournées, non fragmentaires, qu'affectent celles qui sortent de la cime ; mais, pour cette fois, les laves sorties du cône et demeurant comme encaissées dans les croûtes, marchaient lentement et s'accumulaient sur la pente rapide du cône en tas si considérables en hauteur, que la configuration et le profil du mont en étaient changés.

Revenons au cours des laves. Elles se portèrent de nouveau à Fossa-Grande, prenant le chemin de l'ancien courant ; mais elles avaient ce caractère qu'elles formèrent d'abord un tas qui dépassait dans sa hauteur celle du bord du précipice, puis, à la suite du premier tas, un second, et un suivant à la suite du second, et ainsi de suite. Ainsi, la Fossa-Grande, de nouveau parcourue en entier par la lave, se trouva non-seulement remplie, mais tellement comblée que, se déversant sur la rive opposée, la lave couvrit presque entièrement le chemin carrossable, la colline de *Tironi*, ainsi que les maisons rurales voisines. Donc, là où d'abord se trouvait un gouffre de plus de 100 mètres de profondeur, il y avait une colline à surface irrégulière et à crête dentelée, pleine de rugosités, de dépressions, de buttes, de crevasses et d'accidentations les plus capricieuses.

La Fossa-Grande, moins profonde dans sa partie inférieure, avait laissé la lave de la dernière éruption se déverser en grande quantité sur ses rives au travers des terrains cultivés et de quelques maisons de campagne; puis à la suite l'écoulement se fit dans le Rio-di-Quaglia (le ruisseau des cailles), où elle parcourut un court trajet, à cause de sa tendance à s'accroître en hauteur. A la vue de cette énorme quantité de monts laviques dispersés sur des pentes assez rapides, le géologue aurait été embarrassé de se faire une idée certaine de leur mode de formation. M. Palmieri ne se sent pas capable, dit-il, de l'exposer clairement.

Au mois de septembre 1859 encore, les laves continuaient à s'élever sur la berge de Rio-di-Quaglia, se divisant en ruisseaux qui parcouraient les scories; d'autres ruisseaux descendirent de la même manière sur le *Tironi*, se dispersant au travers des rigoles dues aux laves refroidies, qui s'étaient épanchées de la Fossa-Grande.

Si, dans ces dernières circonstances, il a fallu, à la lave d'une source peu abondante, une année pour parcourir ce que l'année précédente elle avait parcouru en quelques jours, cela tient à ce que l'abondance de la matière fait que la solidification est moins prompte et par suite la marche plus vite. Lorsque, au contraire, il y a production d'une petite quantité de lave, le refroidissement de celle qui s'est d'abord écoulée donne lieu à l'effet que nous avons décrit des accumulations en tas successifs. Ceci peut servir d'explication à ce fait rapporté que les laves de l'Etna ont pu marcher pendant dix ans. Sans doute, il y avait comme dans les cas dont nous venons de parler une source qui continuait à don-

ner de la lave et à marcher sous les scories ou sous les laves déjà refroidies, sans que l'on pût l'apercevoir. On comprend aussi l'illusion qui pourrait tromper un visiteur à qui il arriverait de croire que des laves depuis longtemps sorties sont encore en mouvement.

Voici d'ailleurs une démonstration, ou si l'on veut, une vérification du fait due à l'observation de M. Palmieri. Sans que la lave se fût beaucoup accrue, elle avait rompu son canal en deux points, l'un très-près du cône, l'autre à 1 1/2 kilomètre, et le feu réapparut là où depuis longtemps on ne le voyait plus. Puis, l'abondance ayant diminué, on voyait par les deux fractures un fleuve de feu qui cheminait rapidement dans un canal trop large, avec une vitesse de 1 mètre au moins par seconde, sur une pente de 15°. Les deux ouvertures donnèrent de la fumée et se couvrirent d'abondantes sublimations qui, d'abord verdâtres, sont devenues blanc rougeâtre. Les laves donc sortaient de la base du cône, invisibles, et sans qu'il y eût là apparition de fumée, pour se glisser par leurs canaux naturellement formés, et se montrer plus loin au travers des scories sans qu'il y eût en réalité de bouche proprement dite.

Les descriptions que nous avons données de la formation des amas de scories en forme de cônes pourront préserver certains observateurs de prendre pour des cônes éruptifs des accumulations semblables.

Toutes les laves sorties des diverses bouches, en y comprenant celles qui se sont épanchées par la cime, forment plus de 120,000,000 de mètres cubes. 36,000,000 ont été produits par la fente encore active; et ainsi on

supposant à la lave que produisit celle-ci une vitesse de 2 mètres par seconde, il faudrait attribuer à l'ouverture de la source plus de 6 mètres carrés de surface.

Éruption de 1861.

(Historiens : M. L. Palmieri et relations diverses.)

Avant d'entrer dans le détail des faits qui relient la précédente éruption à celle de 1861 et dans le récit des événements qui caractérisent la dernière éruption, nous croyons devoir exposer les impressions de visiteurs modernes dans leur ascension au Vésuve. Ces impressions sont consignées dans plusieurs relations que nous avons eues sous les yeux : nous analysons.

Vu de Naples, le haut du Vésuve montre deux sommets, entre lesquels se creuse une vallée qui apparaît comme une ride noire et profonde : le sommet de gauche est le mont Somma, celui de droite est le volcan proprement dit. Ce dernier cache alors ou éclipse à l'œil une troisième tête, le mont d'Ottajano, séparé de la Somma par une vallée moins profonde que celle dont nous venons de parler, et dont elle est la continuation, en se dirigeant toutefois presque perpendiculairement à la première. Lorsque de Naples on longe le golfe, c'est-à-dire en se dirigeant à droite du côté de Portici et de Torre-del-Greco, on arrive bientôt à un point d'où se découvre Ottajano ; mais alors, comme nous le savons déjà, c'est le mont Somma qui est caché par la tête du volcan. Plus loin encore, le mont Vésuvien proprement dit masque tellement les deux autres têtes qu'il semble-

rait que le mont n'a qu'un seul sommet. Mais reprenons notre excursion.

On arrive de Naples à Portici, habituellement la première étape qu'on se propose, après une heure de voiturage ordinaire ou après vingt minutes de chemin de fer. Alors on est réellement au pied du mont dont l'ascension est nécessaire pour visiter le volcan. Mais on a besoin d'un guide, d'une monture : il faut faire choix de l'un et de l'autre. Le choix est difficile, dit-on, parmi les nombreux mendiants qui se donnent tous comme guides, parmi toutes les *rosses* qui sont offertes pour le service dont on a besoin; ou plutôt il n'y a pas à faire de choix; car, assurent certains touristes, ce qu'il y a de plus sûr, c'est, pour ainsi dire, de fermer les yeux et de s'en rapporter au hasard, qui dans le cas particulier est aussi bon conseiller que l'intelligence. Admettons qu'on a fait un choix d'après un mobile quelconque. On part.

Lorsqu'on quitte la ville de Portici, on se donne l'Ermitage pour but de la seconde étape. Déjà dans les faubourgs l'ascension commence. On quitte les faubourgs: les maisons, d'abord assez multipliées, deviennent de plus en plus rares. Au début ce sont, de chaque côté du chemin, des jardins soignés; puis ce sont d'autres jardins qu'on n'appelle ainsi que parce qu'on ne peut leur donner un autre nom, et qui alternent avec des champs de légumes ou des vignes. Par-ci par-là on aperçoit au travers de ces cultures de petites maisons assez blanches, de pauvre apparence, mal percées, solitaires, qui ont été construites pour servir d'habitations temporaires aux cultivateurs, ou de pied-à-terre aux amateurs de la vue du Vésuve.

Quant aux chemins *en eux-mêmes*, disons tout d'abord que les routes qui se sont présentées à la sortie de Naples, nombreuses, larges, belles, bien entretenues, et promettant, par l'admiration qu'elles inspirent, qu'on arriverait sans fatigue, disons que ces routes ne tiennent pas ce qu'on croyait pouvoir en attendre. Que l'on ait pris celle-ci ou celle-là, on a fait à peine un certain nombre de lieues qu'on est forcé de reconnaître que les voies sont d'autant moins soignées, puis d'autant plus négligées que la distance à Naples augmente. Les voies du parcours dégénèrent successivement en routes médiocres, en chemins assez mauvais et fatigants à suivre, en sentiers à peine tracés, pénibles, presque impraticables; et enfin elles se perdent dans le terrain, où leur direction ne se distingue même plus que par un œil bien exercé.

Donc après la sortie de Portici, aux dalles taillées dans la lave et si magnifiques, dont sont faits les pavés des rues des villes vésuviennes, s'est substitué un cailloutis de scories laviques, liées par une pâte formée de cendres agglomérées, dont la main du temps, plus que celle de l'homme, a fait le sol de la route. Ces matériaux cependant sont assez mal consolidés pour qu'il ne se fasse pas sous les pieds des chevaux un déplacement mêlé d'un bruissement continuel. Aussi ces animaux choisissent la place où poser leurs pieds, sans se préoccuper des fatigues que donnent au cavalier ces perpétuelles hésitations. Ce sont les chevaux qui sont les maîtres; mais les cavaliers auraient tort et d'ailleurs essaieraient en vain de chercher à intervertir les rôles.

Peu à peu, à mesure que l'on monte, les jardins sont devenus plus rares, et bientôt il n'en est plus ques-

tion; les vignes même, ces vignes qui donnent le célèbre *Lacryma Christi*, finissent aussi par disparaître du paysage environnant. Quant aux maisons, on conçoit qu'elles disparaissent avec les cultures; car l'homme ne bâtit guère sur un terrain qui est improductif. Les sols exclusivement laviques sur lesquels on arrive, sont en effet de la plus grande stérilité : il leur faut, pour être rendus propres à la végétation, les caresses, prolongées pendant des siècles, des rayons du soleil, jointes aux actions des causes atmosphériques. Aussi la *mer* de laves, de scories et de cendres où l'on arrive bientôt, offre l'aspect de la désolation et du désert: plus d'habitations, plus de passants, pas même des oiseaux dans les airs. On n'aperçoit cà et là que des restes de constructions indiquant que l'homme a été chassé de ces lieux par une convulsion du volcan; cà et là on distingue quelques arbres dont les tiges se sont fait jour par les fissures des laves, qui montrent des têtes rachitiques, mal venues, mal feuillées; puis encore ce sont de rares touffes d'herbe d'un vert malade, dures au toucher, dont le port général montre clairement qu'elles sont mal nourries, étant nées dans un milieu qui n'offre que de mauvaises conditions à leur vie.

Tel est l'aspect désolé qu'offrent les pentes du mont dans la partie qui regarde le golfe au-dessous du Piano ou de l'Atrio. Mais en revanche on a pour se dédommager le développement du panorama le plus splendide qui se puisse imaginer. Sur la droite, c'est Naples, c'est Portici, qui étalent la magnificence de leurs monuments et la luxueuse richesse végétale de leurs jardins et de leurs autres cultures; à gauche, c'est Castellamare et Sorrente avec leurs bouquets d'orangers, au milieu

desquels ces villes semblent dormir, abritées par des montagnes à crêtes dentelées; plus à gauche encore, c'est Pompéi, la ville *momie*, dont on distingue la teinte rouge brique au milieu des débris amoncelés qui faisaient naguère son linceul; à ses pieds, en face de soi, on voit se déployer le golfe de Naples tout entier avec ses flots azurés, avec ses mille mouettes qui pêchent dans ses eaux, avec ses barques endormies, avec ses *vapeurs* qui le sillonnent d'écharpes grises, avec les dentelures si élégantes de ses rives, ses caps, ses promontoires, ses îles accidentées, les villes qui peuplent ses bords etc. etc.

Après un repos consacré à l'admiration de ces splendeurs, on se remet en marche, et bientôt, de lave en lave, on est arrivé à l'Ermitage ou à l'Observatoire, deux constructions qui se tiennent compagnie sur une colline. C'est comme un oasis au milieu de la stérilité du désert, c'est comme une île au milieu d'une mer dont les eaux sont de la lave durcie. La hauteur de ce sol l'a jusqu'à présent préservé du sort qu'ont fait aux terres environnantes les éruptions du passé; mais personne n'oserait affirmer que les catastrophes de l'avenir seront toujours impuissantes à l'envahir. Quoi qu'il en soit, l'Ermitage est une espèce d'hôtellerie où l'on peut s'arrêter et prendre des forces pour les fatigues qui vont suivre; l'Observatoire est un établissement où sont réunis, à la disposition d'un directeur, des appareils propres à l'observation des phénomèmes vésuviens.

A la rigueur on aurait pu se faire voiturer jusqu'à l'Ermitage; mais à partir de cette dernière station, il faut absolument se résigner à continuer l'ascension à dos d'âne, de mulet ou de cheval, si on ne veut termi-

ner à pied. La pente est plus raide, le cailloutis est devenu plus irrégulier, et, sous les pas des chevaux, le chemin résonne comme s'il existait des cavités souterraines. Mais en une heure au plus on arrive à l'entrée de cette vallée que nous savons s'appeler l'Atrio-del-Cavallo, et l'on est au pied du cône volcanique proprement dit. On suit l'Atrio, le long de la base du cône, jusqu'à ce qu'on ait découvert un point où l'ascension paraisse praticable.

Jusqu'ici, à part les difficultés qu'ont créées par-ci par-là les déjections des nombreuses éruptions de tous les âges, ce n'était guère que la fatigue qu'on rencontre à franchir une montagne quelconque, accidentée de rochers; mais l'ascension du cône offre de bien autres difficultés, des difficultés qui lui sont toutes particulières. On est en effet en face d'une pente raide, où rien ne ressemble à un chemin ni même à un sentier, et cette pente n'a guère moins de un demi-kilomètre de longueur. Il est inutile d'ajouter qu'ici toute monture doit être abandonnée et que l'ascension peut se continuer seulement à pied. On regarde devant soi.

L'œil ne voit sur la pente que les sombres talus d'un amas gigantesque de cendres, de laves en gravier et en sable, de scories, d'éponges de fer, de fragments ayant toutes les formes raboteuses et irrégulières que l'on peut imaginer, sans rencontrer nulle part le plus petit végétal sur lequel la vue puisse se reposer. Tous ces matériaux sans adhérence glissent ou roulent les uns sur les autres sans le moindre effort; et dès lors, comme la pente est très-raide, l'ascension ne se fait pas sans qu'un grand nombre de fois on recule de deux pas, après avoir avancé d'un seul. La marche est plus embarrassée en-

core lorsque l'on est obligé de quitter les scories fragmentaires pour cheminer par les cendres : ici, au lieu de glisser en arrière, on enfonce jusqu'à mi-jambes, et plus, dans une espèce de sable très-fin et rougeâtre. Ce n'est qu'avec de grandes peines et de rudes efforts qu'on parvient à s'avancer, et encore le fait-on avec une lenteur extrême. Cependant, après une dépense considérable de courage et de persistance, en se faisant au besoin remorquer par un guide et pousser par un autre, on finit par atteindre le sommet, et l'on est au bord du cratère, de cette chaudière infernale que tant de fois nous avons décrite, et dont la forme intérieure varie presque constamment. On regarde sous ses pieds : on ne distingue le plus ordinairement qu'un nuage, d'aspect humide et d'un bleu sale, qui masque le fond ; puis, par-ci par-là, percent des portions verticales de la paroi, dont la surface toute rugueuse, abrupte et même souvent en surplomb, présente les caractères d'une perpétuelle calcination. Lorsque par hasard le vent du nord a pu balayer ou au moins dissiper en partie le voile qui cache d'habitude le fond, on aperçoit que celui-ci, plus rugueux encore que ses parois verticales, offre toutes les accidentations et toutes les sortes d'irrégularités que laissent le feu et la fumée après leur passage. On dirait du soufre, des minerais de fer, du salpêtre, de la chaux, du laitier vitreux ; c'est jaune, c'est citron, c'est gris, c'est roux, c'est noir. c'est de toutes les couleurs ; et le tout est fendu de crevasses lançant une fumée abondante et d'une odeur qui suffoque. On a pu même, dans des circonstances favorables et en recourant à tous les moyens préservatifs contre les chutes, descendre jusqu'au fond du gouffre et l'explorer ; c'est alors que, plon-

geant par les crevasses dans les entrailles du volcan, l'œil a pu y voir que la matière volcanique y est sans cesse bouillonnante, et que les éléments ne manqueront pas, vienne une prochaine éruption. D'ailleurs on n'a pas manqué de s'apercevoir plus tôt de l'existence des feux internes, à la chaleur du sol meuble, qui par endroits est assez forte pour être difficilement supportée. Puis, presque constamment, on voit du haut de l'ourlet des fumées blanchâtres, épaisses, qui sortent violemment des fissures du fond ou des cônes adventices; presque constamment on voit à intervalles des pierres ou du gravier ou des cendres lancés par les orifices béants des gouffres; puis aussi à chaque instant l'oreille perçoit un bruit sourd et prolongé, qui dit que le travail intérieur n'est pas arrêté, mais qu'il y a seulement trève aux violences. Bien plus, avec un bon guide, on peut toujours, depuis du moins un grand nombre d'années, se procurer le spectacle de coulées de laves, en un point ou en un autre.

Reprenons maintenant notre récit.

Depuis l'éruption de 1855, où une fameuse coulée de lave a rempli plus que la moitié du grand vallon de la *Vetrana* et des ravins adjacents, jusqu'à l'époque où nous arrivons, l'activité du Vésuve n'a pour ainsi dire pas cessé de se manifester pendant un seul jour. Cependant les vingt-sept jours d'une coulée continuelle avaient donné lieu d'espérer un repos un peu prolongé. Or déjà le 19 décembre 1855, un gouffre s'ouvrait vers le milieu de la hauteur du cône, qui d'abord émit de la fumée et des lapilli, puis graduellement en vint à être *ignivome* pendant les années 1856 et 1857. Au milieu de

détonations presque continuelles, par le gouffre et par la *réouverture* d'une des bouches de 1850, presque la moitié du cône fut rapidement couverte d'une lave nouvelle, dont l'excès se répandit même par l'Atrio. Ces bouches avaient cessé de donner de la lave, ou du moins n'en produisaient que quelques ruisselets, qui s'étendaient peu loin de la source, lorsqu'en mai 1858, s'en ouvrirent de nouvelles en grand nombre, vers la base du cône, d'où est sortie une quantité de lave à laquelle on peut à peine comparer celle de l'éruption de 1631. En effet, après diverses interruptions, après des alternatives de plus grande et de moindre abondance, l'émission de laves se refit plus active à la base du cône, en septembre 1859, et continua jusqu'en mars 1861. Seulement il y eut en mars 1860 un arrêt de huit jours, à la suite duquel la source se fit jour à 600 mètres plus haut que précédemment. Ainsi l'éruption singulière de 1858, dans laquelle se confond celle de 1859, est remarquable, surtout par ceci, que, pendant une durée de deux ans, elle a exercé ses ravages sur des campagnes étendues et fertiles, dont la plupart des récoltes ont été mises à néant.

Cependant, depuis plus de deux mois, sans que le gouffre eût cessé complétement d'être en ignition, l'ensemble des faits semblait indiquer une tendance au calme, lorsque les physiciens de l'Observatoire vésuvien constatèrent que la promesse était trompeuse. On approchait de l'époque anniversaire de l'éruption fameuse du 16 décembre 1631, dans laquelle, pour la première fois, avaient été détruites Torre-del-Greco, Résina, Portici etc. Le 5 et le 6 décembre 1861, les appareils établis pour ce genre de constatation montraient que

le sol était animé de mouvements verticaux, et le 7, devenues assez fortes, ces secousses étaient accompagnées ou entremêlées de mouvements horizontaux. Le 8, vers midi, l'attention et l'épouvante furent excitées par une secousse assez violente pour être ressentie jusqu'à Naples. Dès lors, jusqu'à deux heures, à des intervalles de douze à quinze minutes, se succédèrent huit autres secousses, les unes vibratoires, les autres ondulatoires, dont le maximum d'intensité se manifesta en des lieux différents, comme si le centre d'ébranlement se fût déplacé. Une neuvième et dernière secousse fut suivie d'un calme anxieux, qui durait depuis trente minutes, lorsque, vers trois heures, les flancs du volcan s'ouvrirent au-dessous du Piane, à l'orient des bouches de 1794, à peu près à la moitié de la distance de Torre au Piane. C'était une fente dirigée de 70° vers l'est en partant du nord. On vit immédiatement jaillir de la déchirure un jet qui produisit ce fameux *pin* décrit par Pline et par d'autres historiens, pin qui s'élevait beaucoup plus haut que le sommet du volcan. Le jet produisait impétueusement et abondamment de la fumée, des cendres et des matières incandescentes, et le tout était accompagné des mugissements et des secousses ordinaires. Toutefois le vent, qui soufflait du nord-est, inclina bientôt et étendit le nuage formé dans la direction de la mer et en fit comme l'arche immense d'un pont qui aurait relié le volcan à l'île de Capri. Le nuage, de couleur sombre, devint bientôt assez dense pour arrêter complétement les rayons du soleil et faire une espèce de nuit sur les lieux qu'il couvrait comme d'un voile. C'est surtout à Torre-del-Greco que des ténèbres véritables anticipèrent d'une bonne heure sur la nuit

réelle. Puis le nuage se mit à verser sur tous les pays qu'il recouvrait, cette pluie de cendres volcaniques, dont prennent un aspect brûlé tous les objets qu'elle recouvre. Cependant, dans cette circonstance, au lieu de la ténuité, de l'*impalpabilité* qu'on lui remarque ordinairement, la matière pulvériforme avait plutôt l'état granulaire ou sablonneux. Toutes les campagnes environnantes en étaient couvertes, et, jusqu'à Naples même, les rues en étaient sablées et colorées d'un noir roussâtre. Lorsqu'ensuite survint une petite pluie, la cendre, mêlée à l'eau atmosphérique, produisit ce phénomène bizarre d'une boue qui tombait du ciel et tachait les vêtements.

La déchirure du volcan, située du côté du sud-ouest, comme nous l'avons dit déjà, s'était faite à 1400 mètres environ de distance de la bouche de 1794 et à 1800 ou 1900 mètres environ de Torre-del-Greco. Pendant qu'elle lançait les matériaux de la pluie dont nous venons de parler, on vit bientôt, au milieu des flammes et des éclairs bleus qui en jaillissaient, se former et s'aligner le long de l'ouverture, un premier, puis un deuxième, puis successivement encore trois autres cratères. Le tout, fente et cratères, occupait des terrains cultivés et se trouvait même au-dessus de la maison d'un cultivateur, dont la famille eut le bonheur de se sauver, mais dont la maison et les terres furent ravagées par le feu. On rapporte que, très-peu de temps auparavant, la nourrice de l'enfant de François Donno, le propriétaire de l'habitation, s'était enfuie avec son nourrisson, pour avoir été *heureusement* effrayée par une sonnette qui s'était spontanément mise à s'agiter.

La fente, longue de près de 1 kilomètre, n'était

qu'une série de cratères éruptifs. Vers cinq heures seulement, quelques heures après la formation du premier des cônes dont nous avons parlé, de un ou de deux des cratères nouvellement formés commença à s'épancher un courant de lave et d'épaisses scories de textures particulières. Bientôt, au milieu de violentes détonations, l'épanchement lavique se fit par toutes les bouches, en même temps qu'il en était projeté à de grandes hauteurs des masses d'une matière en fusion qui, tournoyant dans l'air, prenaient la forme sphéroïdale ou plutôt la forme ellipsoïdale, forme d'où leur vient le nom de *bombes volcaniques*. Ces *projectiles* avaient d'ailleurs des dimensions qui variaient du petit au grand, et ils atteignaient des distances aussi très-diverses. M. l'abbé Julien Giordano, qui a mesuré la plus grande qu'il ait rencontrée à plus de 120 mètres du cratère d'où elle provenait, a trouvé 2 mètres au grand axe de la masse ovoïdale.

Nous avons parlé de détonations, comme faisant un accompagnement à l'émission de la lave : il eût été plus exact de dire que le bruit consistait en un mugissement tantôt sourd, tantôt résonnant, mais toujours horrible, qui portait l'effroi jusqu'à Naples même. Ce n'étaient pas ces tonnerres d'une artillerie puissante et rapprochée, qu'on avait entendus de la cité napolitaine, dans l'éruption de 1850, et même les grondements profonds, il est vrai, de 1861, n'eurent pas la continuité qui caractérisa ceux de l'éruption que nous venons de rappeler. Toutefois, au point de vue du bruit, le fait de la dernière année se distingue essentiellement de celui d'une année précédente, 1858, qui se passa pour ainsi dire au milieu du silence et sans tumulte.

Dès le début des phénomènes, les habitants de la Tour-du-Grec se sentirent fortement menacés, et nous verrons qu'ils ne se trompaient pas dans leurs conjectures. Aussi, déjà, dans la soirée du 8, la plupart abandonnèrent leurs maisons pour aller demander asile à Résina, à Naples, partout où ils avaient l'espoir d'être accueillis dans leur détresse. Qu'on se figure le désordre, la confusion, l'effarement de 20,000 personnes mises tout à coup en déroute, après soixante-sept ans de sécurité! Les routes étaient couvertes d'hommes, de femmes, d'enfants, de vieillards, de familles dispersées, dont les membres se cherchaient mutuellement au travers de la foule : c'étaient des pleurs, des cris, des hurlements, des convulsions d'une exaltation qui signale la première explosion d'une douleur italienne. Nous ne nous arrêterons pas à faire le tableau de cet immense déménagement, qui dura plusieurs jours; nous allons bientôt dire ce qui advint à la malheureuse cité.

Le torrent de lave, à la sortie du gouffre qui le vomissait, se précipita, au travers de la campagne, vers la partie est de Torre-del-Greco, vers l'espace situé entre le couvent des Capucines et l'église du Purgatoire. Plus développé dans le principe en hauteur qu'en largeur, son front gagnait dans cette dernière dimension, à mesure qu'il s'éloignait de la source, et finit par atteindre en ce sens un développement de près de 300 mètres. Sa marche, assez lente d'ailleurs, n'offrait pas de particularité inusitée; plutôt qu'un écoulement, c'était un éboulement progressif, en avant, des matériaux pâteux et scoriacés. Puis, il ne s'avançait pas d'une manière réellement continue, et l'on put même observer un assez grand nombre de temps d'arrêt plus

ou moins courts. Aussi, à cinq heures du matin du 9, il n'était arrivé qu'à un demi-mille de son point de départ, et à onze heures il s'arrêtait à moins de 1 kilomètre des habitations, l'activité de la source ayant sensiblement diminué. Le torrent n'avait ainsi parcouru que la moitié de la distance qui devait l'amener à Torre-del-Greco.

Lorsque l'écoulement lavique était sur le point de cesser et à plus forte raison lorsqu'il eut cessé, les phénomènes avaient complétement changé de nature. Les conduits d'alimentation du torrent se trouvant sans doute obstrués, la violence des faits se transporta des ouvertures latérales à la bouche du cône supérieur. Aussi la cime, pour ainsi dire calme jusqu'au moment de cette obturation, se mit en conflagration : ce fut une fumée dense qui en sortit impétueusement ; puis ce furent des cendres épaisses, des lapilli et des masses plus volumineuses de laves rougies, qui retombant roulaient jusqu'à la base du cône ; puis encore tous ces faits d'activité se passaient au milieu de mugissements continus, avec accompagnement d'éclairs qui sillonnaient les nuages formés par la fumée.

L'obstruction des conduits souterrains, ou l'obstacle au dégagement de la matière liquide par les ouvertures qu'elle s'était faites, est sans doute la cause à laquelle Torre-del-Greco doit sa destruction, ou du moins on peut s'expliquer les faits en invoquant cette hypothèse. En effet, forcée de monter à un niveau beaucoup plus élevé, avant de s'épancher, la lave en ébullition qui remplissait les réservoirs d'alimentation, probablement situés au-dessous de la ville, a dû réagir sur les parois des cavités qui la contenaient, et de là un soulèvement,

un gonflement du terrain supérieur. Aussi bientôt le sol des rues, des places publiques, des emplacements des maisons entra en des convulsions violentes ; puis encore il s'ouvrit bientôt, presque partout, en crevasses qui partageaient les édifices, en faisant des ruines immédiates ou leur causant des dommages qui obligeaient à les abattre. Les laves refroidies sur lesquelles la ville est en partie construite, qui forment le pavé naturel de la plupart de ses rues, les masses de cette substance, dont on avait fait des supports aux balcons, étaient coupées en deux avec une netteté qui aurait pu faire penser que la main de l'homme avait fait la section. C'est un fait dont aucune des éruptions antérieures n'avait offert l'exemple, du moins dans cette proportion.

Il n'y avait pas que le sol de la ville, on le comprend, qui ressentît les effets dont nous venons de parler : dans toute la campagne environnante, de la grande fente à la mer, la terre était fendue. Tous ces nombreux crevassements du sol avaient une direction qui ne s'écartait pas sensiblement de la normale à la coupure des rivages du golfe dans le voisinage de la ville, ou tout au moins, si l'on fait abstraction de quelques cassures étoilées, la résultante des directions des fentes du terrain était sensiblement parallèle à la ligne des cratères récemment formés. L'effet produit semblerait indiquer que le canal d'alimentation de l'éruption, venant des régions sous-marines, passait dans le sous-sol de la ville pour s'élever vers le cratère principal. D'ailleurs la direction de ce courant souterrain était marquée dans la mer même par un bouillonnement des eaux, dû au dégagement des gaz volcaniques dans le trajet interne de la lave. Car la mer, à partir des rivages de Torre-del-Greco, jusqu'à

une distance assez grande dans le golfe, présentait de nombreux points affectés d'une apparence d'ébullition et situés dans une direction opposée à celle du volcan.

Mais laissons de côté l'explication, et revenons aux faits. Les crevasses, de directions peu variées, offraient beaucoup de variété dans leur largeur, leur longueur et leur profondeur. Pour la largeur, elle n'était quelquefois perceptible que par une trace ou par une légère faille déterminée par le mouvement du terrain; d'autres fois l'ouverture restée béante offrait une fente dont les lèvres avaient jusqu'à 25 centimètres d'écartement au niveau du sol. On pouvait remarquer plus d'inégalité encore dans la longueur; car, si quelques-unes n'avaient que quelques dizaines de mètres, deux entre autres, partant de la rive du golfe, ont pu être suivies jusqu'au point où la lave s'était arrêtée. Enfin la profondeur de quelques-unes, en assez grand nombre, atteignait et dépassait, de quelques dizaines de mètres, celle de ces puits par lesquels certains propriétaires ont été chercher au-dessous de la lave, pour les mettre au-dessus, des terres propres à recevoir des cultures et surtout celle du raisin. Nous devons rappeler l'observation importante faite dans ces explorations, c'est que l'on éprouvait au fond de ces puits une sensation de chaleur qui accusait une élévation de température assez considérable. Il est regrettable toutefois qu'on n'en ait pas mesuré la valeur thermométrique et qu'on n'ait pas pris note des éléments propres à établir la loi de l'accroissement de la température avec la profondeur, dans ces circonstances exceptionnelles.

La ville de Torre-del-Greco, que nous avons vue tant de fois saccagée soit par la lave soit par la cendre soit

par les désastres des tremblements de terre des éruptions antérieures, cette malheureuse ville a été dans la dernière éruption plus fortement ravagée encore, mais par une cause différente. On peut dire qu'il n'est rien resté de ces fabriques d'où elle expédiait des coraux à tous les pays, que rien n'est resté de ses édifices publics ou particuliers, si remarquables par leur coquette élégance et leur luxe de propreté. Des bâtiments restés debout, la plupart, pour ne pas dire tous, étaient tellement ébranlés et disloqués, que, comme nous l'avons dit, on a dû les abattre par mesure de prudente sûreté, et les 20,000 âmes qui font la population de Torre-del-Greco, ont dû se créer une ville neuve sur les débris de l'ancienne.

Les causes de la destruction diffèrent ici essentiellement de celles des malheurs précédents : la lave en effet n'a pas atteint la ville, la cendre ne lui aurait causé que des dommages facilement réparables, et les tremblements de terre n'ont pas eu l'intensité qui renverse les édifices. L'affreux désastre dont Torre a été victime, est dû presque exclusivement au soulèvement du sol, au gonflement de l'écorce superficielle comme par l'injection dans le sous-sol d'un torrent puissant de matériaux liquides ou pâteux. La terre a été soulevée depuis le rivage du golfe et au delà jusqu'au lieu où s'est manifesté le cratère accidentel. On a en effet observé un abaissement de $1^{m},20$ du niveau de la mer sur ses rives; or nous savons que ce n'est pas la mer qui a pu s'abaisser et que ce n'est que la côte qui a pu s'exhausser de cette quantité. Dans la ville, parmi les bâtiments attaqués et fendus, il en est dont une partie inclinait d'un côté et l'autre du côté opposé; puis on a observé le même effet sur deux bâtiments différents, dont les murs inclinaient

dans deux sens opposés, absolument comme si, dans l'un et dans l'autre cas, le terrain eût subi un soulèvement maximum suivant une ligne de séparation entre les deux parties inclinées ou abîmées. L'observation des fentes les a montrées toutes plus ouvertes en haut qu'au fond, effet qui ne s'explique que par un soulèvement, et dont ne rendrait certainement pas compte un affaissement, ni l'hypothèse qu'il y aurait eu affaissement ici et exhaussement ailleurs. Le territoire où est bâti Torre-del-Greco, a donc subi un soulèvement, et la valeur du mouvement est de 1 mètre à peu près, en moyenne. On conçoit dès lors que le sol a dû se disloquer et donner lieu à des pentes de terrain sur lesquelles l'équilibre des édifices a cessé d'être possible : de là cette catastrophe générale et la ruine à peu près universelle des constructions publiques ou particulières.

Le fait, déjà consigné dans l'histoire de quelques anciennes éruptions, que les phénomènes volcaniques donneraient lieu à des tempêtes électriques, à des éclairs et à des tonnerres atmosphériques, semble être mis hors de doute par les observations faites pendant la dernière éruption. Nous avons dit plus haut ces éclairs bleus, que l'on remarquait le 8 dans la région où s'est faite l'émission de lave, et au moment où le cratère s'ouvrait; mais c'est surtout dans la nuit du 9 au 10 et au sommet du cône même que les phénomènes électriques ont été le plus manifestement apparents. Pendant toute cette nuit, jusque vers six heures du matin, des éclats de tonnerre semblaient sortir du grand cratère, toutes les cinq ou toutes les dix minutes, et l'on voyait le nuage de cendres qui dominait le mont, traversé par des lignes de feu, tantôt rectilignes, tantôt *zigzaguées*. C'étaient,

à peu de chose près, les mêmes effets que dans les décharges électriques entre deux nuages ou entre les nuages et la terre dans une tempête atmosphérique. Toutefois, comme aucune expérience tout à fait concluante n'a été faite encore, que nous sachions, dans le but de s'assurer que la cause des faits lumineux ou des bruits tonnants soit réellement l'électricité, il serait téméraire d'affirmer d'une manière absolue ce que nous ne donnons que comme une conjecture très-probable.

Assurément les débuts de l'éruption avaient des proportions qui pouvaient faire présumer une assez grande durée à l'incendie vésuvien; mais il n'en a pas été ainsi qu'on pouvait s'y attendre. Après deux jours, le 11 décembre, l'éruption était arrivée graduellement à son terme complet : la pluie de cendres, qui durait encore le matin, avait cessé le soir, et à peine quelques innocentes *fumaroles* indiquaient que le Vésuve est un volcan.

Tel a été, à quelques détails près, l'ensemble des faits les plus remarquables de l'éruption de 1861. Dans le cours de l'événement, beaucoup d'observations importantes ont été faites par des hommes spéciaux; elles concernent la météorologie, la physique terrestre, la minéralogie. Nous en réservons la plupart pour notre étude sur les *théories explicatives;* ici nous nous contenterons d'ajouter quelques traits qui aideront à caractériser la physionomie du fait qui vient de nous occuper.

Nous avons dit la terreur des habitants de Torre-del-Greco, terreur qui était justifiée et même excitée par la tradition des catastrophes du passé. Devant les menaces manifestées par les tremblements du sol, par les

détonations furieuses du volcan, par l'abondance de cendre et de fumée dont l'air était sali, et surtout à la vue des abîmes entr'ouverts à peu de distance de leurs habitations et du torrent de feu qui se dirigeait vers leur ville, ces malheureux s'étaient enfuis de tous côtés, vers la Tour-de-l'Annonciade, à Castellamare, à Portici, à Naples et ailleurs. Et partout on faisait un accueil empressé à ceux qui avaient été contraints de déserter leurs foyers. Le général La Marmora, accouru sur le lieu du sinistre, s'était empressé d'organiser des moyens de transport, et par terre et par mer, pour sauver les personnes et, autant que possible, les choses les plus utiles. Aussi, heureusement, les crevasses du sol n'ont pas eu à engloutir de victimes humaines, et les édifices en s'écroulant n'ont pas eu à faire de mort d'hommes sous leurs ruines.

Nous avons dit déjà les dégagements gazeux observés soit dans les terres soit au travers des eaux. Cette éruption en effet se distingua par le grand nombre et la variété de ses mofettes. Dès le 10 décembre, la fontaine publique et quelques sources voisines de la mer avaient pris une plus grande abondance, et de l'acide carbonique s'échappait de leurs eaux en bulles volumineuses et multipliées qui venaient crever à la surface. En même temps des émanations gazeuses, probablement aussi d'acide carbonique, faisaient sur la mer des bouillons de 1/2 mètre de hauteur et mettaient à mort les poissons surpris par l'envahissement subit de cet air asphyxiant. Aussi des émanations non moins méphitiques imprégnaient les terrains des sous-sols et des sols, tuant les rats et les taupes d'une partie du territoire de Torre-del-Greco. Puis ces émanations arrivant dans l'atmosphère

y faisaient mourir les colimaçons et d'autres animaux rampants. Six personnes même sont mortes asphyxiées dans des caves, avec quelques animaux domestiques qui les y avaient suivies.

En même temps qu'apparaissaient les sources gazeuses, apparition que l'on regarde comme l'indice de la fin d'une éruption, en même temps il se manifestait, dès le milieu de décembre, une élévation dans la température du sol et des eaux du territoire de Torre-del-Greco. En mettant en regard de la température observée en certains points cette loi que, avec la conductibilité des roches de ces sols, la température croîtrait en progression géométrique, lorsque la profondeur croît en progression arithmétique, on arriverait à cette conséquence que, entre Torre-del-Greco et la mer, la température des laves coulantes se serait rencontrée à 500 mètres au plus au-dessous de la surface. D'ailleurs la manière dont s'est propagée la chaleur dans les terrains superficiels, induirait à faire supposer qu'il y avait dans le sous-sol, assez loin de la bouche éruptive, une accumulation de matériaux liquides, de laves à température élevée. Peut-être est-ce là que se seraient accumulés les aliments de l'éruption lorsque l'ouverture d'écoulement s'est trouvée obstruée?

Les produits solides, résultant du travail des sublimations, ont été, dans cette éruption, les mêmes que dans les précédentes, ce sont des chlorures de sodium et de fer, du fer oligiste, de la *ténorite*, de l'acide borique, du sulfate de chaux, des composés de soufre, de manganèse, de plomb. Parmi les produits gazeux, on a reconnu, comme d'habitude, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, avec de

la vapeur aqueuse. Mais c'est la première fois qu'on signale la présence de l'hydrogène carboné. Beaucoup de personnes dignes de foi ont affirmé en effet que les fluides émanés de certaines sources gazeuses avaient la propriété de prendre feu à l'approche de corps enflammés, ou quelquefois spontanément, et de plus la présence de carbures d'hydrogène a été établie par des analyses.

Un mot encore sur les mofettes, pour terminer ce qui a rapport à l'éruption de 1861. Il y a, aux environs du volcan, des mofettes *permanentes;* mais celles-ci n'émettent pas *toujours* un gaz irrespirable ou éteignant les corps en combustion. Ce sont, dans les circonstances ordinaires, des sources de gaz acide carbonique assez peu abondantes qui font que le mélange avec l'atmosphère n'a pas la double propriété d'asphyxier les animaux et d'éteindre les flammes. Mais ces mofettes permanentes deviennent d'ordinaire plus abondantes lorsqu'arrive la fin d'une assez forte éruption. Au début de l'apparition des mofettes nouvelles ou, ce qui revient au même, lorsque les mofettes permanentes se renforcent, l'acide carbonique est mélangé de substances gazeuses diverses : c'est de l'acide sulfureux, puis de l'acide chlorhydrique, quelquefois de l'hydrogène sulfuré, toujours avec un mélange à beaucoup de vapeur d'eau. Mais une particularité non observée jusqu'à ce jour caractérise les mofettes de 1861, c'est la présence de l'hydrogène carboné et la haute température de quelques-unes de ces sources gazeuses.

On a signalé, mais ce n'est pas pour la première fois, une odeur de pétrole, qui empestait les mofettes de la terre ou les eaux dans lesquelles se faisait l'émission. On a signalé aussi, et ce n'est pas rare, des sublima-

tions de sel ammoniac bien cristallisé, dont une variété peu commune avait une couleur jaune cendré, comme les échantillons recueillis déjà en 1839 et en 1850. Que cette variété doive sa coloration à la présence de traces de chlorure de fer ou à une autre circonstance de mélange, nous ne voulons dire que ceci à propos du sel ammoniac, c'est que le Vésuve, par lui-même, n'en produit pas un atôme et que la présence de ce sel dans les émanations *laviques* n'est due qu'à sa formation dans le trajet des torrents embrasés au travers des terres cultivées. La conséquence que nous venons de formuler résulte surtout d'observations faites dans les années 1858, 1859, 1860 et 1861.

Enfin, là où l'air est tranquille, les mofettes présentent le matin un phénomène curieux: on voit apparaître, s'élevant à 60 centimètres au-dessus du sol, des nuages de formes gracieuses, dus à l'apparente fumée que forment les gaz de la source mélangés à la vapeur d'eau. Au lever du soleil ou par le vent, ces apparences sont dispersées et effacées. Le phénomène a été observé, pendant la dernière éruption, surtout dans un vaste jardin enceint de murailles, où l'on trouva beaucoup de limaçons tués, sans doute par asphyxie.

A la suite de cette éruption, jusqu'au 5 mai 1862, le directeur de l'Observatoire vésuvien n'a eu à enregistrer que les phénomènes ordinaires du Vésuve dans ses temps de calme relatif: quelques secousses légères de tremblement de terre, quelques émissions de cendre et de fumée par le cratère supérieur. Il a constaté que la température des mofettes a été s'abaissant, ainsi que celle de la terre et des eaux douces; que les bouillonne-

ments des eaux de la mer ont éte aussi de plus en plus faibles, et que les poissons, qui avaient déserté les rivages, ont pu y revenir et y vivre comme dans le passé. Depuis lors jusqu'à l'époque où nous écrivons, rien ne s'est manifesté qui puisse être regardé comme une éruption, et ainsi nous devons terminer à la précédente l'histoire des éruptions du Vésuve jusqu'à nos jours.